

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Bc. Jan Velda

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Analýza variability srdeční frekvence (HRV) v průběhu simulovaného
operačního stresu u vojenského personálu**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

npor. PhDr. Jan Maleček, Ph.D.

Vypracoval:

čet. Bc. Jan Velda

Praha, listopad 2023

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne:

podpis:

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat za vedení, odborné rady a připomínky při tvorbě této bakalářské práce npor. PhDr. Janu Malečkovi, Ph.D. Dále děkuji Mgr. Tomáši Mikovi za rady, týkající se řešení problematiky, Martinu Pustkovi za pomoc s měřením a svému otci za pomoc s korekturou českého jazyka a pochopení. Nemalé poděkování také patří probandům, kteří se měření pro tuto práci zúčastnili.

Abstrakt

Název: Analýza variability srdeční frekvence (HRV) v průběhu simulovaného operačního stresu u vojenského personálu.

Cíl: Analyzovat vliv třídenního simulovaného operačního stresu na variabilitu srdeční frekvence (HRV) u jedinců, bez přítomnosti spánkové deprivace a kalorického deficitu.

Metody: Tato bakalářská práce spojuje empirický a teoretický přístup. Výzkumný vzorek zahrnoval čtyři studenty z Vojenského oboru Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (FTVS UK) v Praze, rozdělené do kontrolní a experimentální skupiny (dva studenti v každé skupině). Všichni účastníci byli fyzicky zdatní a zdraví jedinci s průměrným věkem $22,5 \pm 1,91$ let, výškou $185,75 \pm 4,19$ cm a váhou $89,5 \pm 7,59$ kg. Před samotným měřením probandi vyplnili Pittsburský spánkový dotazník (PSQI), Škálu vnímaného stresu (PSS10) a Orientační dotazník resilience (CD RISC) a byla jim změřena výchozí hodnota (baseline) HRV. Poté absolvovali třídenní zátěžový protokol simulovaného vojenského operačního stresu (SMOS), který měl za úkol simulovat podmínky se kterými se vojáci mohou setkávat při bojovém nasazení. Tento protokol zahrnoval testovou baterii „Tactical Mobility Test“ (TMT) sestávající se ze sedmi testů: rychlost reakce, střelba, výška výskoku, tažení raněného, člunkový běh bez zátěže, člunkový běh se zátěží a přenášení zátěže. Tuto testovou baterii probandi absolvovali třikrát během jednoho dne s tím, že kontrolní skupina měla mezi jednotlivými TMT 40 minut odpočinku, zatímco skupina experimentální absolvovala místo odpočinku 40minutový pochod se zátěží 31 kg v rychlosti 4 km/h. Každý den před začátkem a po skončení měření byla znovu měřena HRV a probandi odpovídali na škálu aktuální vnímané bolesti. Pomocí těchto ukazatelů jsme sledovali vliv zatížení na jednotlivé probandy a porovnávali výsledky mezi experimentální a kontrolní skupinou.

Výsledky: Analýza ukazatelů variability srdeční frekvence (HRV) ukázala, že zatížení nemělo jednotný vliv na všechny probandy. Při hodnocení parametru RMSSD došlo ke zhoršení pouze u dvou probandů při srovnání úvodního baseline měření s měřením závěrečným. Nejvýraznější zhoršení bylo zaznamenáno u probanda 2 (o 57,4 %), zatímco proband 4 se při závěrečném měření zlepšil o 50 %. Ukazatel LF/HF vykazoval podobné výsledky, kde opět došlo ke zhoršení pouze u dvou probandů. Největší zhoršení bylo

pozorováno u probanda 4 (o 33,8 %), naopak proband 2 se zlepšil o 67,3 % oproti baseline. Posledním hodnoceným ukazatelem byl pNN50, kde se zhoršili opět pouze dva probandi. Největší zhoršení bylo zaznamenáno u probanda 2 (o 72 %), zatímco proband 4 dosáhl největšího zlepšení (o 271 %). Při porovnání dat mezi jednotlivými skupinami bylo zjištěno, že zatížení mělo větší vliv na probandy z kontrolní skupiny, přestože nemuseli absolvovat pěší přesun se zátěží. Rozdílné výsledky mezi jednotlivými skupinami nelze považovat za zcela průkazné vzhledem k nízkému počtu probandů.

Závěr: Vzhledem k nízkému počtu probandů má tato práce převážně charakter pilotního měření a její výsledky lze využít jako podklad pro další studie v této oblasti. Na základě získaných dat byly vyvozeny následující závěry:

- Zátěžový protokol SMOS má vliv na vnitřní prostředí člověka, avšak tento vliv nebyl natolik výrazný, aby probandi z experimentální i kontrolní skupiny nebyli schopni protokol zvládnout.
- U některých probandů nedošlo k dostatečnému zatížení, což vedlo k tomu, že jejich výstupní hodnoty nebyly výrazně horší oproti vstupním hodnotám.
- Pro další výzkum bych doporučil zahrnout další stresory, jako například spánkovou deprivaci a kalorický deficit, aby bylo možné lépe posoudit vliv simulovaného operačního stresu na variabilitu srdeční frekvence.

Klíčová slova: armáda, kontinuální operační stres, variabilita srdeční frekvence, zatížení

Abstract

Title: Analysis of Heart Rate Variability (HRV) During Simulated Operational Stress in Military Personnel.

Goal: To analyze the effect of a three-day simulated operational stress on Heart Rate Variability (HRV) in individuals without the presence of sleep deprivation and caloric deficit.

Methods: This bachelor's thesis combines empirical and theoretical approaches. The research sample included four students from the Military Department at the Faculty of Physical Education and Sport, Charles University (FTVS UK) in Prague, divided into control and experimental groups (two students in each group). All participants were physically fit and healthy individuals with an average age of 22.5 ± 1.91 years, an average height of 185.75 ± 4.19 cm, and an average weight of 89.5 ± 7.59 kg. Before the actual measurement, participants filled out the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), the Perceived Stress Scale (PSS10), and the Connor-Davidson Resilience Scale (CD RISC), and their baseline HRV values were measured. Then they underwent a three-day stress protocol of simulated military operational stress (SMOS), designed to simulate conditions that soldiers may encounter during combat deployment. This protocol included the "Tactical Mobility Test" (TMT) battery, consisting of seven tests: reaction speed, shooting, jump height, dragging an injured person, shuttle run without load, shuttle run with load, and load carrying. The test battery was completed three times in one day, with the control group resting for 40 minutes between each TMT, while the experimental group performed a 40-minute march with a 31 kg load at 4 km/h instead of resting. HRV was measured again before and after each test day, and participants responded to a current perceived pain scale. Using these indicators, we monitored the impact of the load on individual participants and compared the results between the experimental and control groups.

Results: Analysis of heart rate variability (HRV) indicators showed that the load did not have a uniform impact on all participants. For the RMSSD parameter, deterioration was observed only in two participants when comparing the initial baseline measurement with the final measurement. The most significant deterioration was observed in participant 2

(by 57.4%), while participant 4 improved by 50% in the final measurement. The LF/HF indicator showed similar results, with deterioration again observed only in two participants. The most significant deterioration was seen in participant 4 (by 33.8%), while participant 2 improved by 67.3% compared to baseline. The final evaluated indicator was pNN50, where only two participants showed deterioration again. The most significant deterioration was observed in participant 2 (by 72%), while participant 4 achieved the most significant improvement (by 271%). When comparing data between groups, it was found that the load had a more significant impact on the control group participants, even though they did not have to complete the loaded march. The differing results between the groups cannot be considered entirely conclusive due to the small sample size.

Conclusion: Due to the small sample size, this work primarily has the character of a pilot project, and its results can be used as a basis for further studies in this area. Based on the obtained data, the following conclusions were drawn:

- The SMOS protocol impacts the internal environment of the individual, but this impact was not significant enough to prevent both the experimental and control group participants from completing the protocol.
- Some participants did not experience sufficient load, which led to their final values not being significantly worse compared to the initial values.
- For further research, I would recommend including additional stressors, such as sleep deprivation and caloric deficit, to better assess the impact of simulated operational stress on heart rate variability.

Keywords: military, continuous operational stress, heart rate variability, load

Obsah

1	ÚVOD	14
2	TEORETICKÁ ČÁST	15
2.1	ARMÁDA ČESKÉ REPUBLIKY	15
2.1.1	<i>Struktura</i>	16
2.2	NATO A OSN	17
2.2.1	<i>Zahraniční operace</i>	17
2.3	KONTINUÁLNÍ OPERAČNÍ STRES	18
2.3.1	<i>Zatížení</i>	20
2.3.2	<i>Zotavení a prevence</i>	21
2.4	AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM	22
2.4.1	<i>Struktura autonomního nervového systému</i>	23
2.4.2	<i>Regulace a interakce</i>	24
2.5	VARIABILITA SRDEČNÍ FREKVENCE	25
2.5.1	<i>Metody měření</i>	26
2.5.2	<i>Metody analýzy HVR</i>	28
3	CÍLE, ÚKOLY A METODIKA PRÁCE	31
3.1	CÍLE.....	31
3.2	HYPOTÉZY	31
3.3	METODIKA PRÁCE	31
3.3.1	<i>Dotazníky</i>	34
3.3.2	<i>Cviky z testové baterie „Tactical Mobility Test“</i>	37
4	VÝSLEDKY	42
	UKAZATEL RMSSD	42
4.1	42
	UKAZATEL LF/HF	44
4.2	44
	UKAZATEL PNN50	47
4.3	47
4.4	PITTSBURSKÝ SPÁNKOVÝ DOTAZNÍK	49
4.5	ŠKÁLA VNÍMANÉHO STRESU	50
4.6	ORIENTAČNÍ DOTAZNÍK RESILIENCE	51
4.7	KOMPARATIVNÍ ŠKÁLA AKTUÁLNĚ VNÍMANÉ BOLESTI	51
	SPÁNEK	52
4.8	52
5	DISKUZE	54
5.1	RMSSD.....	54

5.2	LF/HF	56
5.3	PNN50.....	56
5.4	DOTAZNÍKY	57
5.5	VNÍMANÁ BOLEST A SPÁNEK	57
5.6	LIMITACE	57
6	ZÁVĚR.....	59
7	SEZNAM LITERATURY	60
8	SEZNAM GRAFICKÉ DOKUMENTACE	66
9	SEZNAM PŘÍLOH	68
10	PŘÍLOHY	I

Seznam použitých symbolů a zkratek

%	procento
AČR	Armáda České republiky
ANS	Autonomní nervový systém
BZ	bez zátěže
CD RISC	Orientační dotazník resilience (Connor-Davidson Resilience Scale)
cm	centimetr
CMJ	Counter Movement Jump
ČR	Česká republika
EKG	elektrokardiografie
et al.	a další
h	hodina
HF	vysoká frekvence
HR	srdeční tep
HRV	variabilita srdeční frekvence
IBI	inter beat interval
IZS	integrovaný záchranný systém
kg	kilogram
km/h	kilometr za hodinu
KVV	krajské vojenské velitelství
LF	nízká frekvence
m	metr
min	minuta
ms	milisekunda
NATO	Severoatlantická aliance
obr.	obrázek
OSN	Organizace spojených národů
P	depolarizace síní
pNN50	Procentuální rozdíl sousedních RR intervalů
PNS	Parasympatický nervový systém
PSQI	Pittsburský spánkový dotazník (Pittsburgh Sleep Quality Index)

PSS10	Škála vnímaného stresu (Perceived Stress Scale-10)
PTSD	posttraumatická stresová porucha
Q	negativní vlna
R	hlavní pozitivní deflexe signálů
RMSSD	Root Mean Square of Successive Differences
s	sekunda
S	negativní vlna
SD	směrodatná odchylka
SDNN	Standard Deviation of NN intervals
SMOS	simulovaný vojenský operační stres
SNS	Sympatický nervový systém
SZ	se zátěží
T	repolarizace komor
tab.	tabulka
TMT	Tactical Mobility Test
UK FTVS	Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu
vz.	vzor

1 Úvod

V dnešní době se vojenští profesionálové často vystavují různorodým stresovým situacím v rámci svých operačních povinností, zejména při nasazení v zahraničních misích. Operační stres, charakterizovaný jako psychologická a fyzická zátěž, vyplývající z náročných operačních prostředí, jako jsou nedostatek osobního prostoru, nedostatečné hygieny, denní povinnosti spojené s nebezpečím prostředí a jiné, mohou mít významný vliv na celkovou výkonnost a pohodu jednotlivců v rámci Armády České republiky (AČR). V této práci se zaměřujeme na problematiku operačního stresu, jeho měření a vyhodnocení metodou analýzy variability srdeční frekvence (HRV) u vojáků. Významným aspektem operačního stresu je jeho individuální variabilita. Metoda měření HRV se jeví jako perspektivní nástroj pro objektivní hodnocení stresu u vojáků. HRV poskytuje informace o autonomní nervové regulaci srdeční činnosti a může tak být využívána ke sledování fyziologických reakcí organismu na stresové podněty.

V teoretické části seznámíme čtenáře se strukturou Armády České republiky. S tím, že právě na členech těchto ozbrojených složek bude problematika sledována. Další kapitola je věnována operačnímu stresu, kde rozebíráme, o co v této problematice jde. Následně popíšeme, co to kontinuální operační stres je, jakým způsobem se s ním dá pracovat a hlavně, jak je možné ho sledovat. Dále se věnujeme metodě sledování operačního stresu za pomoci měření variability srdeční frekvence (HRV), která je odrazem vnitřního prostředí člověka. Následnou analýzou HRV jsme schopni rozpoznat co se s tělem sledovaného dělo v průběhu stresu.

V praktické části této práce se zabýváme samotným průběhem měření, které probíhalo za pomoci zátěžového protokolu. Tento protokol byl zaměřený na kontinuální vojenský operační stres (SMOS), který měl za úkol simulovat zatížení, kterému jsou vojáci vystavováni. Před zahájením a po ukončení zátěže bylo probandům měřeno HRV pomocí sporttesteru. Za pomoci těchto dat jsme následně provedli analýzu HRV a vyhodnotili, jaký vliv mělo zatížení na jednotlivé probandy. Důležitým prvkem, který v měření nebyl zahrnut, je spánková deprivace a kalorický deficit. To znamená že probandi mohli přijímat kalorie a odpočívat dle svých individuálních potřeb.

Závěrem uvádíme, že tato bakalářská práce je pilotní studií a je možné z ní vycházet v případě následujících výzkumů. Samozřejmě v navazujících pracích bude vhodné zařadit reálnější podmínky, jako například spánkovou a kalorickou deprivaci a vlivy vnějšího prostředí.

2 Teoretická část

Ve této části mé bakalářské práce teoreticky rozebírám témata, které úzce souvisí s problematikou měření a vyhodnocování operačního stresu. Je zde popsána Armáda České republiky, které se celé téma dotýká. Dále popíši, co to je operační stres je a jaké jsou jeho možné dopady na organismu člověka. V další části se zabývám problematikou měření operačního stresu pomocí HRV a popisuji s čím je spojeno. U HRV stanovuji důležité ukazatele, na které jsem se zaměřil a které pomohou s výslednou analýzou dat při jejich vyhodnocení.

2.1 Armáda České republiky

Armáda České republiky (AČR) je základním pilířem národní obrany a bezpečnosti, zodpovědným za ochranu území České republiky, obranu jejích občanů a zájmů jak na domácí půdě, tak i v zahraničí. Její historie sahá až do dob Československé republiky a dřívějších Československých legií v první světové válce. Současná podoba AČR je výsledkem modernizace a profesionalizace, která začala po pádu komunistického režimu. AČR se skládá se z pozemních a vzdušných sil. Tyto složky společně tvoří komplexní sílu, schopnou čelit různorodým hrozbám současného světa. (Ministerstvo obrany České republiky, 2019; Roušar, 2006)

Primárním úkolem AČR je ochrana území a občanů České republiky. To zahrnuje nejen přípravu na obranu v případě vojenského konfliktu, ale také prevenci a reakci na různé bezpečnostní hrozby, včetně terorismu, kybernetických útoků a hybridních válek. AČR také aktivně participuje na mezinárodních operacích pod záštitou OSN, NATO a Evropské unie, například prostřednictvím nasazení mírových jednotek, humanitárních misí, nebo poskytováním pomoci při rekonstrukci post konfliktních oblastí. (Ministerstvo obrany České republiky, 2015; Přívětivý, 2004)

Vojáci AČR, ať už profesionální, nebo z aktivních záloh, podstupují náročný výcvik a jsou vybaveni moderním vybavením a technologiemi. Kromě vojenských úkolů se armáda také angažuje v humanitárních misích, civilních záchranných operacích a poskytování pomoci v případě přírodních katastrof. Tímto způsobem AČR demonstruje svou schopnost rychle a efektivně reagovat na mimořádné události a poskytovat pomoc potřebným. (Ministerstvo obrany České republiky, 2015)

Struktura AČR je hierarchicky organizována, s vrchním velitelstvím, které řídí a koordinuje veškeré operace a činnosti armády. Rozmanitost složek AČR, včetně

speciálních jednotek a logistických oddělení, umožňuje flexibilní a komplexní přístup k plnění různých úkolů a misí. (Ministerstvo obrany České republiky, 2019)

Stav profesionálních vojáků k roku 2022 je 28 000 a 4 500 vojáků je v aktivních zálohách (Ministerstvo obrany České republiky, 2022).

2.1.1 Struktura

Struktura vedení AČR se skládá z mnoha úrovní. Vrchním velitelem AČR je prezident České republiky, pod kterého spadá Ministerstvo obrany, kterému je podřízená celá složka české armády a které rozhoduje co se s armádou bude dít a kde bude působit. Následně nejvyšší velení spadající přímo pod ministerstvo obrany je Generální štáb. Pod něj již spadají všechny ostatní velitelství v AČR. Tím jsou:

- Velitelství pro operace: jedná se o samostatné velitelství spadající přímo pod Generální štáb. Zabývá se zejména nasazením a dohledem nad ozbrojenými silami České republiky a je přímo zodpovědné za výběr, přípravu a vysílání vojáků do různých operací, zejména pro OSN (Armáda České republiky, 2023e).
- Velitelství pozemních sil: spadá pod taktickou úroveň velení a od roku 2020 se nachází v Olomouci. Pozemní síly se vyznačují především vysokou mobilitou včetně vysoké palebné síly. Při živelných katastrofách jsou pozemní síly využívány na podporu IZS (Armáda České republiky, 2023d).
- Velitelství vzdušných sil: hlavním úkolem vzdušných sil je zabezpečení vzdušného prostoru státu. Tento úkol vychází i z integrovaného systému protivzdušné obrany NATO. V dobách míru vzdušné síly plní například přepravní funkci vládních činitelů či pomoc při živelných katastrofách (Armáda České republiky, 2024)
- Velitelství kybernetických sil: Stejně jako velitelství pozemních, vzdušných a teritoriálních sil spadá pod taktickou úroveň velení. Jeho hlavním účelem je zabezpečení kybernetické bezpečnosti České republiky a je pověřené monitorováním, plánováním a řízením operací ve prospěch spojeneckých jednotek (Armáda České republiky, 2023c).
- Velitelství teritoriálních sil: Stejně jako předchozí zmíněná velitelství spadá pod taktickou úroveň velení. Je přímo nadřízeno krajským vojenským velitelstvím (KVV) a je zodpovědné za mobilizační doplnění ozbrojených sil v AČR (Armáda České republiky, 2023b).

- Velitelství výcviku – Vojenská akademie: Toto velitelství je zodpovědné za výcvik a vzdělávání vojenského personálu. Také zajišťuje přípravu členů aktivních záloh a plánování výcvikových zařízení pro potřeby sil AČR a NATO (Armáda České republiky, 2023a).

Již zmíněná velitelství pozemních, vzdušných a kybernetických sil a velitelství výcviku úzce spolupracují s jednotkami Severoatlantické aliance (NATO). Ať už se jedná o podporu pomocí vojenských jednotek či formu zajištění společného výcviku v rámci spojeneckých sil.

2.2 NATO a OSN

Po rozpadu Varšavské smlouvy roku 1991 se Česká republika rozhodla stát se členem NATO (Severoatlantické aliance). Hlavním důvodem, který vedl ČR k tomuto kroku, bylo zajištění vnější bezpečnosti. Pro dosažení členství musela ČR absolvovat alianční program Partnerství pro mír. Dne 12. března 1999 se Česká republika stala právoplatným členem NATO (Severoatlantické aliance) společně s Maďarskem a Polskem. Díky tomuto kroku se Česká republika stala součástí nejsilnější politicko-vojenské organizace na světě a získala tak přístup k zajištění bezpečnosti národa a vlastního území. Se vstupem do NATO se Česká republika také zavázala plnit závazky spojené s touto organizací (Ministerstvo obrany České republiky, 2021a, 2021b; Přívětivý, 2004).

Hlavním úkolem armády ČR je zajistit bezpečnost země před nepřátelským vniknutím a plnění mezinárodních závazků, týkajících se kolektivní obrany v rámci udržení míru sdružených spřátelených států. Z toho též vyplývá účast armády ČR na zahraničních operacích pro udržení míru ve spřátelených státech ať už vyplývající z dohod NATO nebo EU (Evropské unie). Další organizací, které je ČR součástí, je OSN. I tato organizace je motivátorem nasazení vojáků České republiky v zahraničních operacích (Ministerstvo obrany České republiky, 2021b; Přívětivý, 2004).

2.2.1 Zahraniční operace

V aktuální době AČR působí na větším množství zahraničních operací. Spektrum úkolů, které mají jednotky AČR na zahraničních operacích, je velmi rozsáhlé. Může se jednat pouze o činnost poradce pro spojenecké armády, poskytnutí vojenské podpory ať už letecké, nebo pozemní, nebo také čeští vojáci společně s ostatními národy demonstrují odhodlání spřátelených států bránit vlastní území (Aby, 2019).

Jako příklad aktuálních zahraničních operací zde můžu uvést:

- **Litva:** Tato zahraniční operace je součástí jedné ze čtyř aliančních předsunutých přítomností, které vzešly z Varšavského summitu v roce 2016. Čeští vojáci zde působí v rámci závazku o kolektivní obraně v NATO. Jsou zde nasazeni vojáci z dělostřeleckého pluku v Jincích a tvoří zde především palebnou podporu spojeneckým jednotkám (Ministerstvo obrany České republiky, 2024a).
- **Lotyšsko:** Stejně jako zahraniční mise v Litvě, i zde se jedná o vojenskou podporu, vycházející z Varšavského summitu v roce 2016. Na této misi působí vojáci ze základny vrtulníkového letectva z Náměště nad Oslavou a specialisté na průzkum a elektronický boj z Opavy. Celá nasazená jednotka čítá 50 osob. Klíčovým zaměřením jednotky je elektronický boj, díky kterému jednotka AČR poskytuje spojencům rozšířené spektrum schopností (Ministerstvo obrany České republiky, 2024b).
- **Slovensko:** Jedná se o mnohonárodnostní uskupení, jehož snahou je posílit východní křídlo Severoatlantické aliance a ukázat odhodlání spojenců se bránit, pokud by došlo k rozšíření Ruské agrese vůči členským státům. V současné době se na slovenské Lešti nachází zhruba 1000 vojáků různých národností. Za Českou republiku jsou zde od začátku ledna vojáci ze 71. mechanizovaného praporu z Hranic (Ministerstvo obrany České republiky, 2024c).
- **Irák:** Zde je úkolem českých vojáků poradní činnost pro irácké ozbrojené složky. Jsou zde nasazeni specialisté z Univerzity obrany, Velitelství pro operace, Velitelství vzdušných sil, Velitelství výcviku – Vojenská akademie, Agentury logistiky, 15. ženijní pluk a Vojenské policie (Ministerstvo obrany České republiky, 2023).

2.3 Kontinuální operační stres

Kontinuální vojenský operační stres je charakterizován jako dlouhotrvající fyzické i psychické zatížení vojáka bez dostatečné možnosti regenerace a odpočinku. Na tyto podněty reaguje lidský organismus a kombinace všech přichozích stresorů ho může negativně ovlivnit. Jeho následky mohou být snížení celkového výkonu, snížení kognitivních funkcí a negativní vliv na psychiku vojáka. (LaGoy et al., 2022; Nindl et al., 2018; Vrijkkotte et al., 2016)

Kontinuální operační stres v rámci vojenské populace odráží dlouhodobé vystavení různorodým stresorům, spojených s vojenskými operacemi. Tato expozice

zahrnuje opakovaná nasazení na bojiště, obtížné pracovní podmínky a často se váže s dlouhodobým odloučením od rodiny a běžného života. (LaGoy et al., 2022; Nindl et al., 2018; Vrijkotte et al., 2016)

Faktory způsobující kontinuální operační stres jsou různorodé a zahrnují bojové situace, hrozbu úmrtí, fyzické a psychické vyčerpání, nejistotu ohledně budoucnosti, izolaci od civilního života a neustálou připravenost na nebezpečí. Tyto faktory mohou společně vytvářet náročné podmínky pro vojáky, což může ovlivnit jejich duševní i fyzické zdraví. (LaGoy et al., 2022; Nindl et al., 2018; Vrijkotte et al., 2016)

Dopady kontinuálního operačního stresu jsou komplexní. Na psychické úrovni může vést k různým problémům, včetně posttraumatické stresové poruchy (PTSD), úzkostných stavů, depresí a vyhoření. Fyzicky může způsobit chronickou únavu, bolesti hlavy, gastrointestinální problémy a sníženou imunitu. (LaGoy et al., 2022; Nindl et al., 2018; Vrijkotte et al., 2016)

Sociální důsledky se projevují v narušení mezilidských vztahů s rodinou a přáteli. Dlouhodobé odloučení a nejistota mohou vytvářet komunikační bariéry a ovlivňovat kvalitu mezilidských vztahů. Rodiny vojáků jsou také vystaveny výzvám adaptace na neustálou změnu a stres spojený s nejistotou. (LaGoy et al., 2022; Nindl et al., 2018; Vrijkotte et al., 2016)

Mezi hlavní příčiny/stresory se kterými se voják setkává patří:

- Nedostatek spánku
- Nedostatek stravy
- Podmínky prostředí
- Fyzická a psychická náročnost

(Henning et al., 2011)

V důsledku těchto stresorů následně reaguje organismus:

- Zvýšenou únavou
- Nezvládnutím běžných denních úkonů
- Snížením výkonnosti
- Zraněním

(Henning et al., 2011)

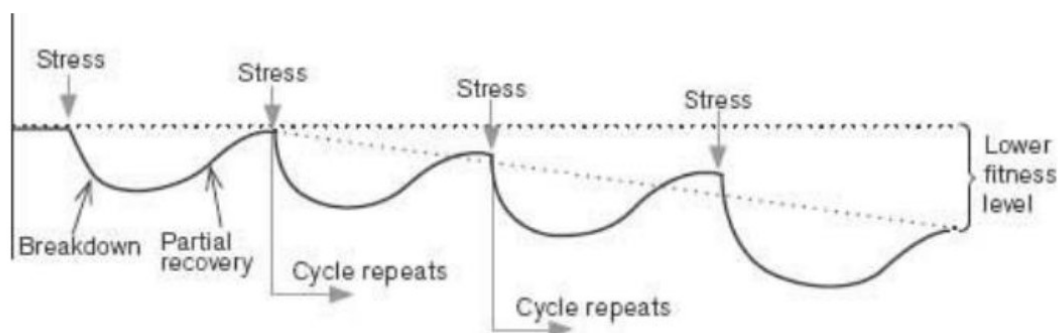
Zajímavý náhled do této problematiky nám mohou přinést také různé druhy dotazníků. Samotné dotazníky se zaměřují na jednu oblast a některé jsou úzce spjaty právě s vlivy, se kterými se můžeme setkat i v rámci působení operačního stresu na vojáky. Jsou jimi například dotazník Škály vnímaného stresu (PSS10), který se otázkami zaměřuje na subjektivní vnímání stresu. Dalším takovým dotazníkem, spojeným s tímto tématem, je Orientační dotazník resilience (CD RISC), kterým můžeme určit míru odolnosti proti stresorům působícím na jedince. Na závěr ještě zmíním Pittsburský spánkový dotazník (PSQI), který se dané problematiky dotýká okrajově, ale přesto s ní souvisí. Jedná se o dotazník zaměřený na spánkové návyky a samotnou kvalitu spánku za uplynulý měsíc. Všechny tyto dotazníky popíši v metodické části této práce. (Buysse et al., 1989; Cohen & Janicki-Deverts, 2012; Connor & Davidson, 2003)

2.3.1 Zatížení

K hlavním účinkům, týkajícím se kontinuálního operačního stresu, patří neodmyslitelně únava a následné zotavení. Tyto procesy dohromady tvoří uzavřený koloběh, protože z dlouhodobého hlediska nelze organismus zatěžovat donekonečna a následně musí přijít na řadu zotavení/regenerace. Z toho vyplývá že pokud je zátěž více než je organismus schopný pojmou, dochází k přetěžování a postupnému úpadku výkonnosti (viz *obr. 1*). (Kenney et al., 2022; Perič & Dovalil, 2010)

Jak již bylo řečeno výše, mezi zatížení fyzického charakteru spadá u vojenské populace mnoho faktorů. Jedná se o fyzicky náročné aktivity spojené s vysoce intenzivním výcvikem v obtížném terénu. Tato fyzická zátěž může představovat přepravu vybavení, nošení těžkých břemen a vystavení extrémním klimatickým podmínkám. (Kenney et al., 2022; Perič & Dovalil, 2010)

Stejně jako fyzické zátěži jsou vojáci vystavováni i zátěži psychického charakteru. Jedná se především o vystavení nebezpečným situacím, které mohou pro vojáky představovat výzvu. Dalším faktorem, který může vstupovat do hry, je vědomí neustálého nebezpečí, spojené s častou změnou místa, odloučení od rodiny atd. (Kenney et al., 2022; Perič & Dovalil, 2010)



Obrázek 1: Zatěžování bez dostatečné regenerace (Greenfield, 2014)

Překlad obrázku 1: Stress: zatížení, breakdown: snížení energetických zdrojů, Partial recovery: částečné zotavení, Cycle repeats: opakování cyklu, Lower fitness level: snížení výkonnosti

2.3.2 Zotavení a prevence

Co se týká fyzického zotavení, to zahrnuje období odpočinku a regenerace po náročných operačních misích. Fyzická rehabilitace, masáže, správná výživa a dostatek kvalitního spánku jsou klíčové faktory pro obnovu fyzické kondice. Při správném odpočinku po zatížení, nastává proces tzv. superkompenzace (navýšení energetických zdrojů) (viz obr. 2), což je jeden ze základních principů sportovního tréninku. Pokud tedy budeme správně pracovat s odpočinkem po zátěži a se správným načasováním následující zátěže po kvalitní regeneraci, můžeme v průběhu času dosahovat vyšší trénovanosti (viz obr. 2). (Perič & Dovalil, 2010)

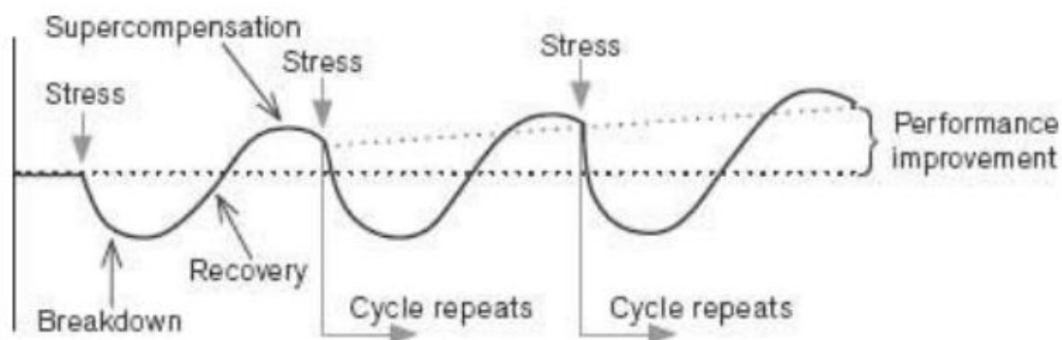
Psychické zotavení zahrnuje primárně poskytnutí profesionální psychologické podpory, konzultace s odborníky na duševní zdraví a možnost konverzace o zážitcích. Tyto faktory jsou velmi důležité pro psychické zotavení a co nejrychlejší návrat do běžného života. Identifikace a včasná intervence jsou při psychologických obtížích klíčové. (Kenney et al., 2022)

Podpora od blízkých je zase nedílnou součástí sociálního zotavení. Právě rodina, přátelé a kolegové mohou hrát klíčovou roli. Komunitní podpora a možnost sdílet zkušenosti s lidmi, kteří prošli podobnými situacemi, mohou být pro zotavení důležité a nepostradatelné. (Kenney et al., 2022)

Jako prevence před takovými druhy zátěže je vhodná implementace programů na zvládnutí stresu. Trénink na vyrovnání se s tlakem a rozvoj fyzické kondice mohou přispět k prevenci proti přetížení a chronickému stresu. Pravidelný monitoring duševního a fyzického zdraví může umožnit rychlou reakci na příznaky přetěžování. Další možností prevence může být poskytnutí pravidelného období odpočinku a rekreace ať už v běžném životě, nebo mezi operačními cykly. To může hrát klíčovou roli pro udržení rovnováhy

mezi zatížením a zotavením. Odpočinek je nezbytný pro fyzickou a psychickou regeneraci. (Kenney et al., 2022; Perič & Dovalil, 2010)

Celkově je důležité vnímat zatížení a zotavení jako vzájemně propojené aspekty vojenské služby, kde adekvátní péče a prevence mohou pomoci minimalizovat negativní dopady kontinuálního operačního stresu. (Kenney et al., 2022; Perič & Dovalil, 2010)



Obrázek 2: Využití superkompenzace (Greenfield, 2014)

Překlad obrázku 2: *Supercompensation: Superkompenzace (navýšení energetických zdrojů), Stress: zatížení, Breakdown: snížení energetických zdrojů, Recovery: zotavení, Cycle repeats: opakování cyklu, Performance improvement: zvýšení výkonnosti*

Vlivem fyzického i psychického stresu je ovlivněna homeostáza (rovnováha vnitřního prostředí) člověka. Ta v důsledku zatěžování musí reagovat a k tomu dochází za pomoci tzv. autonomního nervového systému. Reakcí organismu na zátěž je zrychlení tepové frekvence, zvýšení dechových funkcí, vyplavování různých hormonů a další. (Fu & Levine, 2013)

2.4 Autonomní nervový systém

Autonomní nervový systém (ANS) je jedním z klíčových subsystémů periferního nervového systému, který zastává rozhodující úlohu v udržování homeostázy a regulaci nevědomých funkcí těla. Jeho komplexní mechanismy působí nezávisle na vědomí jednotlivce, automaticky a nepřetržitě monitorují a reagují na změny vnitřního a vnějšího prostředí. (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

Tento systém, sestávající z mnoha navzájem se ovlivňujících částí, je rozdělen do dvou hlavních větví: sympatického a parasympatického nervového systému. Sympatický systém se obvykle aktivuje v reakci na stresové situace (tzv. boj nebo útek). Jeho úlohou je připravit tělo k rychlému a intenzivnímu fyzickému výkonu tím, že zvyšuje srdeční

frekvenci, zvyšuje krevní tlak a rozšiřuje průdušky. (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

Naopak parasympatický systém působí jako protipól sympatického a aktivuje se při odpočinku a relaxaci. Jeho funkce spočívá v obnově a regeneraci těla po stresových situacích, snižuje srdeční frekvenci, snižuje krevní tlak a zahajuje trávení. (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

Je třeba zdůraznit, že obě větve ANS nepracují izolovaně, ale vzájemně spolupracují, aby udržovaly rovnováhu vnitřního prostředí. Tato harmonická interakce umožňuje adaptivní reakce na různé podněty a situace, což je základ pro zachování zdraví a pohody organismu. Takový komplexní systém, jakým je autonomní nervový systém, je důkazem přizpůsobení lidského těla, kterému je třeba věnovat náležitou pozornost a péči. (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

2.4.1 Struktura autonomního nervového systému

ANS se skládá z dvou hlavních částí: sympatického (SNS) a parasympatického nervového systému (PNS). Oba dva systémy mají své vlastní nervové dráhy, ganglia (skupiny nervových buněk) a zasažené orgány, ale pracují společně pro udržení rovnováhy v těle (viz *obr. 3*). (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

Sympatický nervový systém

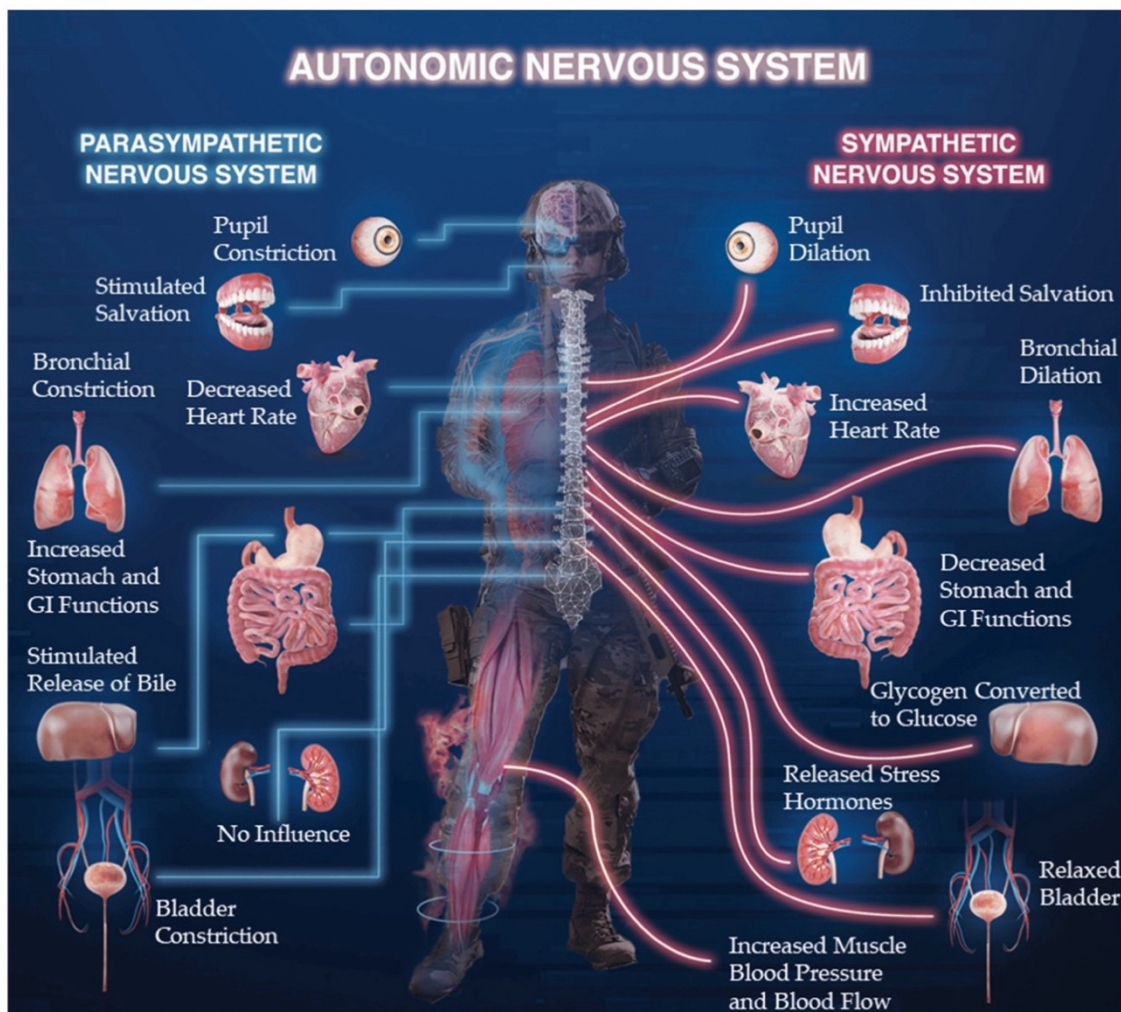
- Aktivuje se v reakci na stres nebo ohrožení (tzv. „fight or flight“ reakce)
- Zvyšuje srdeční frekvenci, rozšiřuje průdušnice a zvyšuje krevní tlak
- Zvyšuje hladinu glukózy v krvi a zrychluje metabolismus
- Způsobuje dilataci (rozšíření) zornic a utlumuje zažívací procesy

(Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

Parasympatický nervový systém

- Působí při klidových stavech a podporuje regeneraci a odpočinek (tzv. „rest and digest“ reakce)
- Snižuje srdeční frekvenci, zužuje průdušnice a snižuje krevní tlak
- Podporuje trávení a vstřebávání živin, stimuluje slinné žlázy a snižuje hladinu glukózy v krvi
- Způsobuje konstriktu (stažení) zornic

(Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)



Obrázek 3 Vliv parasympatického a sympatického nervového systému (Stephenson et al., 2021)

Překlad obrázku 3: Pupil constriction/dilatation: stažení/rozšíření zornic, Stimulated/Inhibited salivation: povzbuzení/útlum produkce slin, Decreased/increased heart rate: snížení/zvýšení srdeční frekvence, Bronchial constriction/dilatation: stažení/roztažení plic, Increased/Decreased stomach and GI function: povzbuzení/útlum žaludku a trávicího traktu, Stimulated release of bile: stimulace uvolňování žluči, Glycogen converted to glucose: Přeměna glykogenu na glukózu, No influence: žádný vliv, Released stress hormones: vylučování stresových hormonů, Bladder constriction: zúžení močového měchýře, Relaxed bladder: uvolněný močový měchýř, Increased muscle blood pressure and blood flow: zvýšený svalový krevní tlak a průtok krve

2.4.2 Regulace a interakce

Regulace autonomního nervového systému je komplexní a probíhá na několika úrovních. Nejvyšší úroveň je umístěna v mozku, konkrétně v oblasti nazývané autonomní jádro. Tato oblast spolupracuje s dalšími částmi mozku a periferními čidly na monitorování potřeb těla a nastavení optimální reakce. (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

Sympatický a parasympatický nervový systém často působí protichůdně, ale jsou to právě jejich vyvážené interakce, které umožňují adaptaci organismu na různé situace. Tato schopnost se nazývá autonomní flexibilita a je klíčová pro přežití. (Bustamante-Sánchez et al., 2020)

Reakce lidského těla na stresové podněty zahrnuje způsoby, které zahajují aktivaci sympatického nervového systému (stres) a deaktivaci parasympatického nervového systému (relaxace). Pokud není jedinec schopen zvládat stresové situace a přizpůsobit se jim, může dojít k přetížení organismu s nímž jsou spojeny negativní dopady na duševní i fyzické zdraví. Předpokladem je, že stresové podněty se musí opakovat často a po delší dobu. Možné zdravotní dopady na jedince jsou například vyhoření, úzkost a obezita. Proto je, pokud možno, důležité se starat o své duševní zdraví, zbytečně se nevystavovat nadměrně stresovým situacím a snažit se dosáhnout rovnováhy mezi relaxací a stresem. (Bustamante-Sánchez et al., 2020; Justin et al., 2023)

Poruchy autonomního nervového systému mohou mít různé důsledky. Například dysfunkce sympatického nervového systému může vést k chronickému stresu a vysokému krevnímu tlaku. Zatímco problémy s parasympatickým nervovým mohou ovlivnit trávicí procesy a spánkové vzorce. (Botek et al., 2017; Stephenson et al., 2021)

2.5 Variabilita srdeční frekvence

Variabilita srdeční frekvence (HRV) se týká změn v intervalu mezi jednotlivými srdečními tepy. Tato variabilita je přirozeným jevem a odráží schopnost srdečního systému přizpůsobit se různým podmínkám a situacím. Změny v intervalech mezi tepy jsou měřeny v milisekundách. (Stephenson et al., 2021)

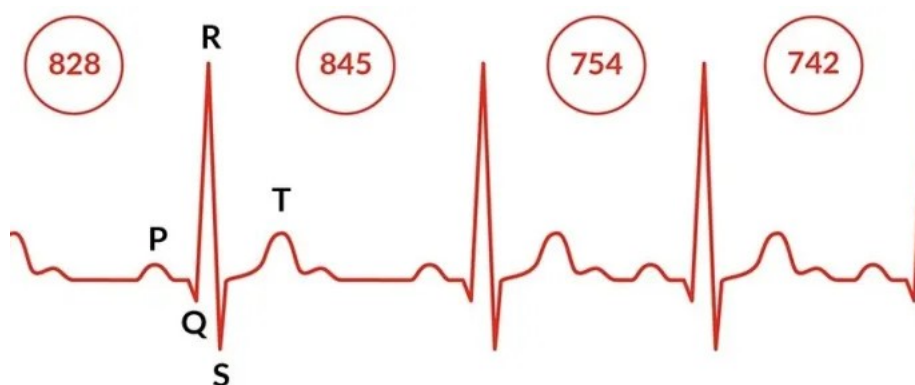
Existují dvě hlavní složky HRV:

- Krátkodobá variabilita HRV – Tato forma HRV se týká krátkodobých změn v srdeční frekvenci, obvykle v rozmezí od jednotlivých srdečních cyklů do několika minut. Je spojena s parasympatickou a sympatickou nervovou aktivitou, které ovlivňují srdeční rytmus.
- Dlouhodobá variabilita HRV – Tato složka zahrnuje změny v rozmezí několika minut až hodin. Odráží především regulaci ANS, hormonální vlivy a další faktory ovlivňující srdeční rytmus.

(Hinde et al., 2021)

Variabilita srdeční frekvence je považována za indikátor celkové autonomní regulace srdečního systému a může poskytnout informace o fyziologickém a psychologickém stavu jedince. Její měření a následná analýza mohou být využívány v různých oblastech, včetně monitorování vojenského personálu, zlepšování výkonu sportovců, monitorování stresu, atd. (Hinde et al., 2021)

HRV se měří jako rozdíl v čase mezi jednotlivými srdečními tepey, známými také jako R – R intervaly (viz obr. 4). Tento parametr funguje jako silný biologický ukazatel, reagující na úroveň aktivity a pracovní zátěž fyziologických i psychických systémů. Vyšší hodnoty HRV obecně naznačují schopnost ANS přizpůsobit se stresovým faktorům, což je spojeno s dobrou zdravotní kondicí a výkonem kognitivních funkcí. Naopak snížená HRV signalizuje omezenou schopnost ANS se adaptovat, což může být spojeno s únavou, stresem a nadměrným tréninkem. (Hinde et al., 2021)



Obrázek 4: Křivka tepové frekvence (Vojtěchovský, 2021)

P: depolarizace síní, Q: negativní vlna, naznačuje začátek depolarizace komor, R: hlavní pozitivní deflexe signálu, S: negativní vlna, T: repolarizace komor

2.5.1 Metody měření

Metody měření HRV zahrnují tradiční elektrokardiografii (EKG). Klinické vícekanálové systémy EKG jsou sice považovány za standard, ale jsou nákladné a nepraktické pro využití v terénu u aktivní populace. Zařízení s jedním kanálem EKG, nebo využívající fotopletysmografii (PPG), jsou praktičtější a jednodušší na používání. I přesto, že PPG technologie může mít omezení v podobě pohybových artefaktů, pohodlí a praktičnost těchto zařízení je více než uspokojivou alternativou vícekanálových systémů EKG. Další možností jsou hrudní pásy s EKG elektrodami, které nabízejí bezdrátové řešení pro měření HRV. (Hinde et al., 2021)

Stále se zkoumají nové techniky měření HRV, ale společné stanovisko e-Cardiology Evropské společnosti kardiologie a Evropské asociace srdečního rytmu zdůrazňuje, že k posouzení ANS jsou tradičně voleny jak časové, tak i frekvenční metody. Zaměřuje se na tradiční metody, protože jsou široce akceptovány a ověřeny, což je činí nejspolehlivějšími nástroji pro měření HRV. (Sassi et al., 2015)

Vzhledem k tomu že se stále bavíme o vojenské populaci, potřebujeme tedy variantu měření HRV vhodnou pro terén. Zařízení s více elektrodami pro měření EKG jsou považovány za zlatý standard, ale jejich nevýhodou je nepraktické použití v terénu. Zatímco jednoduché hrudní pásy, měřící srdeční tep s využitím EKG, se stávají stále oblíbenější pro terénní využití a jsou schopny přesně měřit R-R intervaly. Například model hrudního pásu Polar H10 poskytuje velmi přesná data o R-R intervalech (Hinde et al., 2021). V jedné studii, která se zaměřovala na spolehlivost dříve zmíněného hrudního pásu Polar H10, ho srovnávali s tříkanálovým EKG Holter monitorem při zátěži i v klidu (Hinde et al., 2021). Dospěli k výsledku, že data pořízená hrudním pásem jsou ve srovnání s Holterem velmi přesná i dobře čitelná. Při měření dat během nízké a střední intenzity zátěže byla kvalita dat z obou přístrojů srovnatelná. Rozdíl nastal při měření vysoce intenzivní aktivity, kde dokonce hrudní pás svými daty předčil Holter, jelikož nedetekoval tak vysoké množství chyb. Při měření vysoce intenzivní aktivity Polar H10 detekoval pouze 74 R-R chybných dat a Holter detekoval 1332 chybných dat (Hinde et al., 2021). Proto se autoři studie shodli, že hrudní pás Polar H10 lze považovat za zlatý standard měření R-R intervalů ve sportovním prostředí. Polar H10 vyžaduje minimální péči a má EKG kontakty držené pohodlně proti kůži nastavitelným elastickým polymerovým pásem. Polar H10 má také výhodu používání ve vodě při aktivitách, jako je plavání, a díky dlouhé životnosti baterie není sběr dat v terénu omezen. Navíc je možné ho propojit s jinými nositelnými zařízeními, což umožňuje záznam a zobrazení dat během nošení. Polar H10 disponuje interní pamětí, která umožňuje ukládání dat o srdečním tepu a akcelerometrii pro jednu aktivitu (až 30 hodin) bez potřeby propojení s hodinkami nebo chytrým telefonem. Tato metoda zatím neumožňuje přístup k R-R intervalům, což znamená, že uživatelé nemohou aktuálně analyzovat data o variabilitě srdečního tepu bez propojení s hodinkami nebo přístupu k aplikaci. (Gilgen-Ammann et al., 2019; Hinde et al., 2021)

2.5.2 Metody analýzy HVR

Časová analýza variability srdeční frekvence

Analýza variability srdečního tepu v čase se zaměřuje na měření intervalů mezi jednotlivými srdečními tepy, nazývané inter beat intervaly (IBI). Tato data mohou být následně prezentována pomocí časových řad, což jsou grafy závislosti srdečních intervalů v čase, umožňující vizualizaci změn v srdečním tepu během časového období. Statistické parametry, jako je střední hodnota srdečního tepu (Mean HR), standardní odchylka (SDNN) a kvadratická odchylka (RMSSD), poskytují kvantitativní informace o celkové a krátkodobé variabilitě srdečního tepu. (Balocchi et al., 2006; Litvack et al., 1995)

Časová analýza HRV se často používá k hodnocení autonomní nervové regulace, zejména rovnováhy mezi sympatikem a parasympatikem. Vyšší úroveň HVR obvykle naznačuje zdravě fungující autonomní nervový systém. (Balocchi et al., 2006; Kleiger et al., 1992)

- a) Interbeat interval (IBI): Nejprve se měří intervaly mezi jednotlivými srdečními tepy. Tyto intervaly jsou základními daty pro analýzu variability srdeční frekvence
 - Tento parametr měří časový interval mezi jednotlivými srdečními tepy. Čím je variabilita mezi těmito intervaly vyšší, tím je vyšší i HRV. To je spojeno s lepší adaptibilitou ANS.(Balocchi et al., 2006; Kleiger et al., 1992)
- b) Časové řady: data o intervalech mezi srdečními tepy se reprezentují v časových řadách. Časové řady jsou grafy závislosti srdečního tepu na čase. Tento přístup umožňuje vizualizaci změn v srdečním tepu během určitého časového období. (Balocchi et al., 2006; Kleiger et al., 1992)
- c) Statistické parametry: V této analýze se běžně používají statistické parametry, jako je střední hodnota srdečního tepu (Mean HR), standardní odchylka (SDNN) a kvadratická odchylka (RMSSD). Tyto parametry poskytují kvantitativní informace o celkovém a krátkodobém HRV.
 - Mean HR: Udává průměrný srdeční tep/frekvenci během určitého časového období (Shaffer & Ginsberg, 2017).

- SDNN: Měří celkovou variabilitu srdečního tepu a reprezentuje rozptyl Interbeat intervalů. Vyšší hodnoty SDNN jsou obvykle spojeny s vyšším HRV (Shaffer & Ginsberg, 2017).
- RMSSD: Intervaly mezi po dvěma po sobě jdoucími R vrcholy na EKG křivce. Zaměřuje se na krátkodobou variabilitu srdeční frekvence a měří rozptyl mezi po sobě jdoucími srdečními tepey. Vyšší hodnoty RMSSD obvykle ukazují na parasympatickou aktivitu (lepší adaptace na stres) a jeho nízké hodnoty jsou spojené se sympatickou aktivitou (stres a úzkosti). (Shaffer & Ginsberg, 2017)
- pNN50: Procentuální rozdíl sousedních RR intervalů, které se od sebe liší o více než 50ms. Tento ukazatel vyžaduje alespoň 2 minuty měření a jeho vyšší hodnoty ukazují na převládající aktivitu parasympatiku. (Shaffer & Ginsberg, 2017)

Frekvenční analýza variability srdeční frekvence

Frekvenční analýza variability srdečního tepu využívá Fourierovu transformaci k převodu časových dat na frekvenční spektrum. Nízké frekvence (LF) v tomto spektru jsou spojeny s aktivitou sympatického nervového systému a parasympaticko-sympatickou interakcí. Zatímco vysoké frekvence (HF) jsou spojeny s parasympatickou aktivitou a krátkodobou regulací srdečního tepu. Poměr LF/HF může poskytnout informace o rovnováze autonomního nervového systému, kde vyšší hodnoty mohou signalizovat převahu sympatické aktivity a naopak. (Li et al., 2019; Litvack et al., 1995)

- Fourierova transformace: Tato analýza převádí časové údaje na frekvenční spektrum. Měří četnost výskytu různé frekvence srdečních tepů. Frekvenční spektrum obvykle obsahuje nízké frekvence a vysoké frekvence. (Li et al., 2019)
- Nízké frekvence (LF): Jedná se o část spektra odpovídající aktivitě sympatického nervového systému. Tato komponenta může být spojována s dlouhodobou regulací srdečního tepu a také s působením různých stresorů na člověka. (Shaffer & Ginsberg, 2017)
- Vysoká frekvence (HF): Část spektra, která se spojována s parasympatickou aktivitou. Obvykle nám indikuje krátkodobou regulaci srdečního tepu a je spojena s aktivitou vagového nervu a s relaxací. (Shaffer & Ginsberg, 2017)

- Poměr LF/HF: U tohoto poměru se vychází z toho, že LF je generována pomocí sympatiku, zatím HF vychází z aktivity parasympatiku. Z toho vyplývá že nízký poměr LF/HF odráží vyšší aktivitu parasympatiku, což je stav odpočinku a regenerace. Oproti tomu vysoký poměr LF/HF ukazuje na vyšší aktivitu sympatiku a jedná se tedy o reakci na stresové podněty. (Shaffer & Ginsberg, 2017)

3 Cíle, úkoly a metodika práce

3.1 Cíle

Cílem této práce bylo analyzovat vliv tří denního simulovaného operačního stresu na variabilitu srdeční frekvence (HRV) u jedinců, bez přítomnosti spánkové deprivace a kalorického deficitu..

3.2 Hypotézy

1. Průměrná hodnota RMSSD bude nejvyšší při baseline měření a při závěrečném měření očekáváme, že bude nižší než baseline, což bude odrážet zvýšenou fyzickou a psychickou únavu z operačního stresu (Stephenson et al., 2021).
2. Předpokládáme, že experimentální skupina, která absolvovala pěší přesun (40 minut s externí zátěží 31 kg a v rychlosti 4 km/h), vykáže vyšší snížení průměrných hodnot RMSSD při závěrečném měření ve srovnání s baseline hodnotami než skupina, která pěší přesun neabsolvovala (Stephenson et al., 2021).

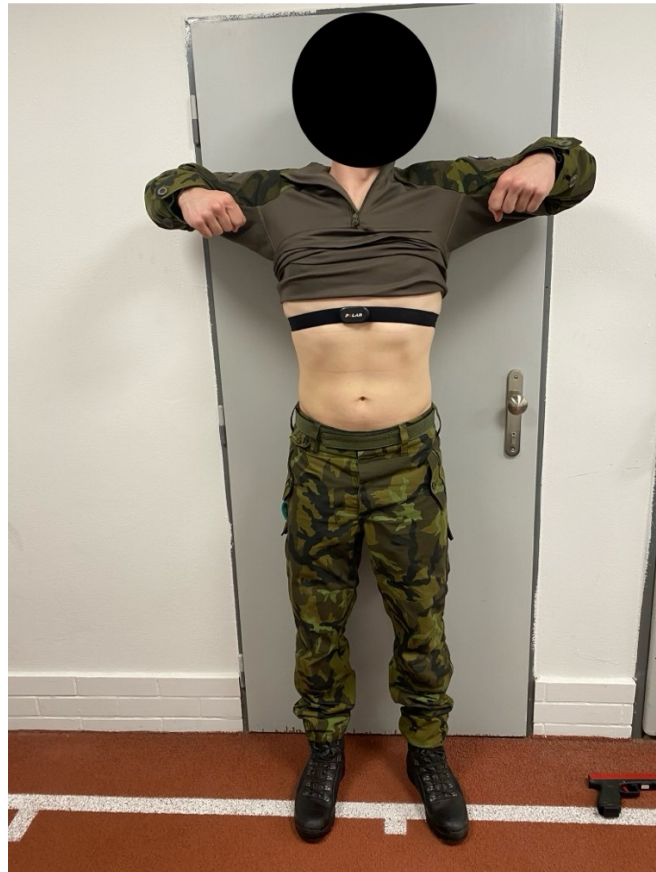
3.3 Metodika práce

V této práci, která má empiricko-teoretický charakter se 4 probandi ve věku $22,5 \pm 1,91$ let, o $89,5 \pm 7,59$ kg a $185,75 \pm 4,19$ cm podrobili měření v průběhu simulovaného operačního stresu. Probandi byli zdraví a fyzicky zdatní jedinci z řad studentů vojenského oboru při UK FTVS v Praze. Byli rozděleni do dvou skupin: experimentální a kontrolní, s tím, že ti, kteří byli v experimentální skupině měli v zátěžovém protokolu navíc pěší pochod se zátěží 31 kg po dobu 40 minut.

Všichni probandi před začátkem samotného měření vyplnili dotazníky. Jednalo se o Pittsburský spánkový dotazník (PSQI), dotazník Škály vnímaného stresu (PSS10) a Orientační dotazník resilience (CD RISC) (viz přílohy). Tyto dotazníky byly zvoleny pro určení výchozího psychického stavu probandů. Podle předpokladů se po jejich vyhodnocení ukázalo, že všichni jedinci jsou velmi psychicky odolní a mají zdravé spánkové návyky.

Společně s vyplněním dotazníků následovalo také počáteční měření variability srdeční frekvence pomocí měřících zařízení sporttesteru Polar H10 a s ním spárovanými hodinkami Polar Grit X, abychom následně byl schopný data ze sporttesteru vyhodnotit. Samotné hodinky probandi nosili nepřetržitě po celou dobu měření a byl jimi zaznamenáván i spánek probandů. Jelikož sledování spánku byl jeden z mnoha

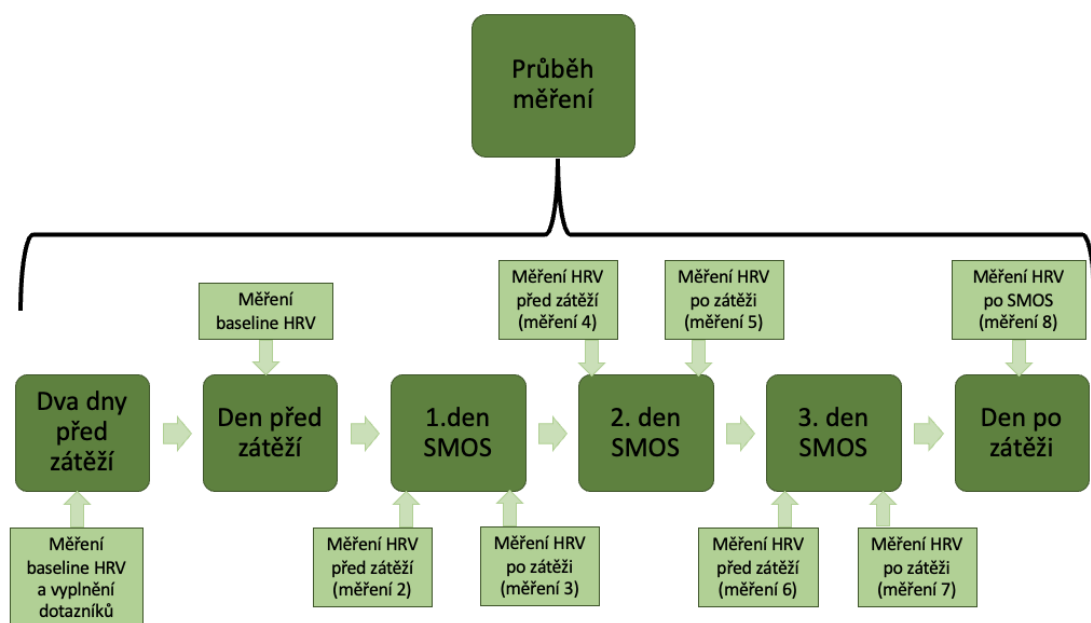
použitých ukazatelů, zaměřili jsme se pouze na dobu spánku v hodinách. Počáteční měření (baseline) probíhalo dva dny a den před samotným zátěžovým protokolem (viz *tab. 1*), v klidu, v sedě, v minimální délce 10 minut. Zde se jedná o doporučenou dobu, aby data měla správný výpovědní charakter a byla použitelná. Následně jsem z naměřených hodnot ze dvou dnů udělal průměr a ten použil při vyhodnocování. (Hinde et al., 2021)



Obrázek 5: Upevnění sporttesteru (zdroj: Autor)

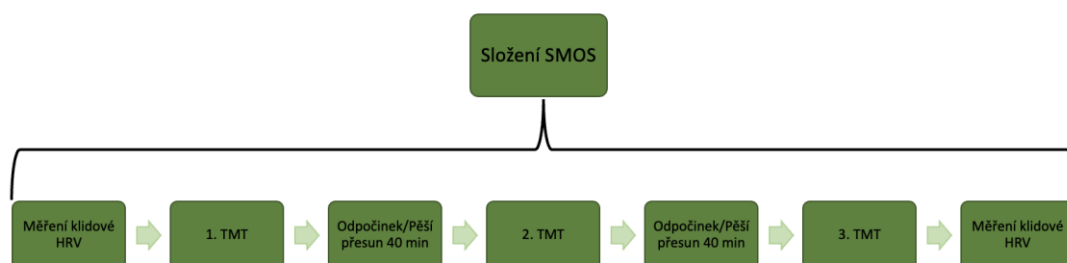
Samotný zátěžový protokol měl za úkol simulovat operační stres, se kterým se setkávají vojáci při plnění úkolů (Vrijkotte et al., 2016). Proto testová baterie „Tactical Mobility test“, ve zkratce TMT, obsahovala fyzicky i psychicky náročná cvičení. Celé TMT se skládalo ze sedmi testů, kterými byly: rychlost reakce, střelba, výška výskoku, tažení raněného, člunkový běh se zátěží a bez zátěže a přenášení zátěže (viz *tab. 3*). TMT podstupovali probandi třikrát během jednoho dne a ve třech po sobě jdoucích dnech (viz *tab. 1 a 2*) (Pustka, 2023). S tím že jedno TMT trvalo přibližně 30 minut a celý testovací den trval přibližně 3 hodiny. Při tvorbě této testové baterie její autor Pustka (2023) vycházel z dřívější studie od Conkright et al. (2021), jelikož jednotlivé testy vykazovaly

výtečnou reliabilitu. Měření probandů probíhalo v prostoru fakultní posilovny a krytého atletického tunelu na UK FTVS. Tím se zajistily neměnné podmínky v průběhu celého měření, a nebyly zde tedy ani vlivy vnějšího prostředí, které by ovlivňovaly výsledky. V průběhu dnů, kdy probandi podstupovali simulovaný operační stres (SMOS), jim před začátkem bylo měřeno klidové HRV (viz tab. 1). Měření opět probíhalo v klidu, v sedě minimálně po dobu deseti minut. Stejně měření absolvovali každý den po ukončení testů, aby bylo možné získat data ukazující, jaký vliv má zatížení (stresor) na vnitřní prostředí probandů (Hinde et al., 2021). Společně s měřením HRV probandi také odpovídali na Škálu aktuálně vnímané bolesti (Yazici Sayin & Akyolcu, 2014).



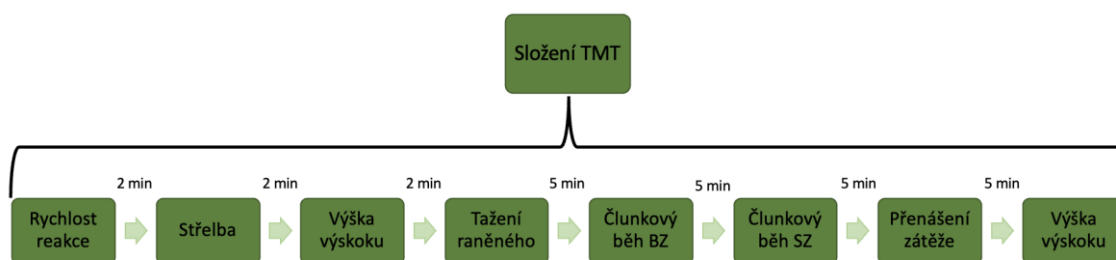
Obrázek 6: Zobrazení průběhu měření (zdroj: Autor)

HRV: variabilita srdeční frekvence, SMOS: simulovaný vojenský operační stres



Obrázek 7: Zobrazení průběhu jednoho měřicího dne (zdroj: Autor)

SMOS: simulovaný vojenský operační stres, HRV: variabilita srdeční frekvence, TMT: testová baterie „tactical mobility test“



Obrázek 8: Pořadí jednotlivých cvičení v rámci TMT (zdroj: Autor)

BZ: bez zátěže, SZ: se zátěží

3.3.1 Dotazníky

a) Pittsburský spánkový dotazník

Pittsburský spánkový dotazník (Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI), je široce rozšířený nástroj k hodnocení kvality spánku u dospělých jedinců (Jan Novák, 2016). Byl vyvinut na University of Pittsburgh Medical Center a poskytuje ucelený pohled na různé aspekty spánku, které mohou ovlivnit celkovou kvalitu spánku jedince. Dotazník se skládá z 19 položek, které pokrývají širokou škálu spánkových aspektů. Mezi tyto aspekty patří nejen doba usínání a délka spánku, ale také efektivita spánku během noci, vnímaná kvalita spánku, četnost a závažnost probuzení během noci a různé denní poruchy spojené se spánkem. Každá položka je ohodnocena na škále od 0 do 3, kde 0 znamená, že daný problém není přítomný a 3 značí, že problém je velmi závažný. Otázky jsou zde ve smyslu „v kolik hodin jste obvykle ulehl do postele“, nebo „kolikrát jste si během uplynulého měsíce musel/a vzít nějaký medikament na podporu spánku“ a tak dále (viz příloha č. 3). (Buysse et al., 1989; Jan Novák, 2016)

Celkové skóre PSQI je poté získáno sečtením bodového ohodnocení všech položek a tím získáme výsledné číslo v rozmezí od 0 do 21. Toto číslo následně umožňuje klasifikovat jedince ve dvou rovinách. Jako jedince s dobrým spánkem, nebo se špatným spánkem. Čím vyšší je výsledný součet bodů v dotazníku, tím horší je kvalita spánku testovaného jedince. (Jan Novák, 2016)

Důležitým rysem PSQI je jeho všestranné využití. Je hojně využíván ve vědeckém výzkumu k porovnávání spánkových vzorců mezi populací, v klinické praxi pro diagnostiku a monitorování spánkových poruch a v epidemiologických studiích k identifikaci souvislosti mezi spánkem a zdravím (Jan Novák, 2016). Tímto způsobem PSQI přináší cenné informace o spánkových vzorcích a pomáhá lékařům a výzkumníkům lépe porozumět vlivu spánku na celkové zdraví a kvalitu života jednotlivců. (Buysse et al., 1989; Jan Novák, 2016)

b) Škála vnímaného stresu

Škála vnímaného stresu (Perceived Stress Scale-10, PSS10) je nástroj, který se v psychometrii používá k měření subjektivně vnímaného stresu u jednotlivců. Byl vyvinut v roce 1983 Sheldonem Cohenem, Ronaldem Kamarckem a Thomasem McDemottem na Carnegie Mellon University a od té doby se stal jedním z nejpoužívanějších nástrojů pro hodnocení stresu ve vědeckém výzkumu i klinické praxi. (Cohen & Janicki-Deverts, 2012)

Tento dotazník je koncipován jako self-report dotazník, což znamená, že jednotlivec sám vyplňuje jednotlivé otázky v dotazníku na základě svých subjektivních pocitů. Skládá se z deseti otázek, které se zaměřují na různé aspekty života, jež mohou být spojené se stresem (viz *příloha č. 4*). Mezi tyto aspekty patří například pracovní zatížení, osobní vztahy, finanční obavy, nebo obecný pocit kontroly nad vlastním životem. (Buršíková Brabcová & Kohout, 2018)

Respondenti jsou vyzváni, aby ohodnotili, jak často se jim v posledním období (obvykle za poslední měsíc) stalo, že se cítili pod stresem, přičemž odpovídají na škále od „nikdy“ po „velmi často“ (viz *přílohy*). Čím vyšší je celkové skóre v závěrečném součtu, tím vyšší je míra vnímaného stresu. (Buršíková Brabcová & Kohout, 2018)

PSS-10 poskytuje kvantitativní měření subjektivně vnímaného stresu, což umožňuje srovnávání stresu mezi různými skupinami jedinců, sledování změn stresu v průběhu času a zkoumání souvislostí mezi stresem a různými a psychologickými faktory. (Cohen & Janicki-Deverts, 2012)

Dotazník je využíván ve vědeckém výzkumu při studiích stresu a jeho dopadu na zdraví, v klinické praxi při hodnocení psychického stavu pacientů a v epidemiologických studiích k identifikaci rizikových faktorů spojených se stresem. Díky svému širokému spektru použití se dotazník PSS-10 stal cenným nástrojem pro porozumění a zvládnutí stresu ve společnosti. (Buršíková Brabcová & Kohout, 2018; Cohen & Janicki-Deverts, 2012)

c) Orientační dotazník resilience

Orientační dotazník resilience (Connor-Davidson Resilience Scale, CD RISC) je psychometrický nástroj vyvinutý k měření úrovně resilience, neboli odolnosti jednotlivce. Tento dotazník se zaměřuje na schopnost jedince vyrovnávat se s obtížnými situacemi, adaptovat se na změny a zotavit se po stresujících situacích. Jeho cílem je poskytnout ucelený pohled na psychickou odolnost a vytrvalost jednotlivce.

Dotazník CD RISC se skládá z 25 položek, které se týkají různých aspektů resilience, jako je například schopnost přijímat změny, sebedůvěra, pocit vnitřní kontroly a schopnost nalézt smysl a záměr v obtížných situacích. Respondenti na tyto otázky reagují podle toho, jak moc se s danými tvrzeními shodují, na škále od „0 (vůbec)“ po „4 (skoro vždy platí)“ (viz příloha č. 5).

Celkové skóre dotazníku je následně získáno sečtením skóre všech položek (maximálně 100 bodů), což umožňuje měřit úroveň celkové resilience jedince. Vyšší skóre naznačuje vyšší úroveň resilience. Průměrné hodnoty skóre se u normální populace se pohybují v rozmezí 70-80 bodů a u mladých lidí a studentů 60-70 bodů.

Tento dotazník je využíván v různých kontextech, včetně klinické praxe, výzkumu a terapeutických intervencích. Pomáhá lékařům a psychologům porozumět úrovni odolnosti u svých pacientů a zlepšit jejich celkový stav. (Connor & Davidson, 2003)

d) Komparativní škála aktuálně vnímané bolesti












Komparativní škála aktuálně vnímané bolesti (Comparative pain scale chart) je nástroj, který může pomoci lidem vyjádřit své pocity aktuálně vnímané bolesti a porozumět jim. Jedná se o grafickou prezentaci, která nabízí různé úrovně bolesti od nejnižší po nejvyšší. Každá úroveň je obvykle doplněna popisem, obrazem nebo obojím a tím pomáhá lidem lépe porozumět, jakou intenzitu bolesti představuje (viz obr. 9). (Yazici Sayin & Akyolcu, 2014)

Tato škála začíná na úrovni „žádná bolest“, která je symbolizována například úsměvem a postupně pokračuje k vyšším úrovním bolesti, jako je „lehká bolest“, „střední bolest“, „silná bolest“ až po „nejhorší možná bolest“, která by mohla být zobrazena například obličejem s výrazem utrpení. (Aby, 2019)

Každá úroveň bolesti je prezentována s popisem, který pomáhá lépe interpretovat, co daná úroveň bolesti znamená. To umožňuje lidem lépe identifikovat, jakou bolest právě vnímají a poskytuje jim nástroj k vyjádření svých pocitů. (Aby, 2019)

Tato škála vnímané bolesti může být užitečná pro lidi trpící chronickou bolestí, nebo pro ty kteří podstupují měření při vědecké činnosti jako ukazatel náročnosti. Poskytuje jasný a srozumitelný způsob, jak bolest popsat a tím zlepšuje komunikaci s ostatními lidmi o svém aktuálním stavu a pocíťovaném diskomfortu. (Prasad et al., 2020; Yazici Sayin & Akyolcu, 2014)

COMPARATIVE PAIN SCALE CHART (Pain Assessment Tool)

										
0 Pain Free	1 Very Mild	2 Discomforting	3 Tolerable	4 Distressing	5 Very Distressing	6 Intense	7 Very Intense	8 Utterly Horrible	9 Excruciating Unbearable	10 Unimaginable Unspeakable
No Pain	Minor Pain			Moderate Pain			Severe Pain			
Feeling perfectly normal	Nagging, annoying, but doesn't interfere with most daily living activities. Patient able to adapt to pain psychologically and with medication or devices such as cushions.			Interferes significantly with daily living activities. Requires lifestyle changes but patient remains independent. Patient unable to adapt pain.			Disabling; unable to perform daily living activities. Unable to engage in normal activities. Patient is disabled and unable to function independently.			

Obrázek 9: Škála aktuálně vnímané bolesti (Aby, 2019)

Překlad obrázku 9: Pain free: bez bolesti, Very mild: velmi mírná, Discomforting: zneklidňující, Tolerable: tolerovatelná, Distressing: znepokojující, Very distressing: velmi znepokojující, Intense: intenzivní, Very intense: velmi intenzivní, Utterly horrible: naprosto hrozná, Excruciating unbearable: mučivě nesnesitelná, Unimaginable unspeakable: nepředstavitelná, No pain: žádná bolest, Minor pain: menší bolest, Moderate pain: střední bolest, Severe pain: silná bolest

3.3.2 Cviky z testové baterie „Tactical Mobility Test“

V průběhu celého testování za pomoci TMT byli probandi oblečeni ve třech různých variantách oblečení a výstroje, protože některé cviky vyžadovaly dodatečnou výstroj.

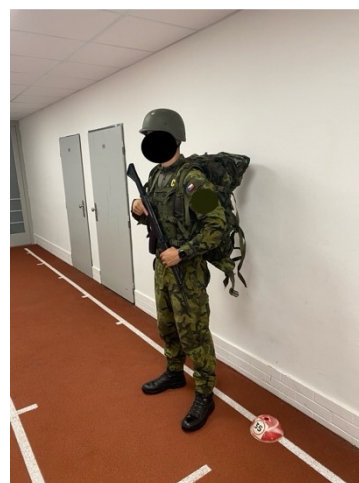
- Stejnokroj vz. 95 (viz obr. 10) (Pustka, 2023)
- Stejnokroj vz. 95 + přidaná zátěž 11 kg (helma, balistická vesta a gumová replika samopalu) (viz obr. 11) (Pustka, 2023)
- Stejnokroj vz. 95 + přidaná zátěž 31 kg (helma, balistická vesta, gumová replika samopalu a batoh s 20 kg) (viz obr. 12) (Pustka, 2023)



Obrázek 10: Stejnokroj vz. 95 (zdroj: Autor)



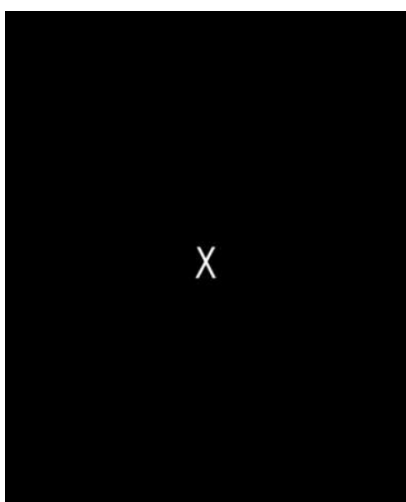
Obrázek 12: Stejnokroj vz. 95 + přidaná zátěž 11 kg (zdroj: Autor)



Obrázek 11: Stejnokroj vz. 95 + přidaná zátěž 31 kg (zdroj: Autor)

a) Rychlost reakce

Rychlost reakce se měřila pomocí testu PEBL 2.1 Simple Reaction Time. Jedná se o test jednoduché reakční doby, která je potřebná k reakci na určitý podnět. Celý test se prováděl v sedě u počítače a cílem bylo co nejrychleji stisknout mezerník vždy, když se na obrazovce objeví velké písmeno X (viz obr. 13). Pro správný výsledek testu a dodržení stejných podmínek pro probandy bylo potřeba zajistit tiché prostředí bez rušivých vlivů, všichni byli oblečeni do stejnokroje vz. 95 (viz obr. 14) a test probíhal ve čtyřech blocích po 50ti pokusech s dobou odpočinku 30 s mezi bloky. (Hanumantha et al., 2021)



Obrázek 13: Rychlost reakce (zdroj: Autor)



Obrázek 14: Podnět k reakci (zdroj: Autor)

b) Střelba z laserové pistole

Střelba je jednou ze zásadních dovedností u vojáků a měli by ji být schopni zvládat i za stresu v případě bojové situací. V rámci měření probandi stříleli z laserové pistole SIRT 110 (replika reálné zbraně GLOCK 17/22), drželi ji oběma rukama a stříleli na terč ve vzdálenosti 5 m (viz obr. 14). Při plnění tohoto úkolu byli probandi oblečeni ve stejnokroji vz. 95 bez další přidané zátěže a se sluchátky, ve kterých slyšeli simulovaný zvuk reálné střelby. Úkolem bylo po povelu zahájit střelbu a vystřílet 2x10 ran do jedné minuty. Cílem bylo dosažení maximálního počtu bodů (na jeden pokus/ 10 ran bylo maximum 100 bodů). (Malecek et al., 2023)

c) Výška výskoku

Pro měření výšky výskoku byl využit test countermovement jump (CMJ), který je zaměřený na explozivní sílu dolních končetin. Tato dovednost je zásadní pro prohyb vojáka v terénu a jeho schopnost se pohybovat se bez zranění (Merrigan et al., 2020). Test probíhal v stejnokroji vz. 95 a probandi stáli ve stoji mírně rozkročeném, ruce v bok (viz

obr. 15). Měřeno bylo pomocí siloměrných desek HawkDynamics. Probandi dostali povel, na který přešli do mírného podřepu, ze kterého následně provedli maximální vertikální skok. Toto se opakovalo třikrát po sobě s tím, že mezi jednotlivými skoky byla pauza 8 s. (Pustka, 2023)



Obrázek 15: Střelba z laserové pistole (zdroj: Autor)



Obrázek 16: Základní pozice pro CMJ (zdroj: Autor)

d) Tažení raněného

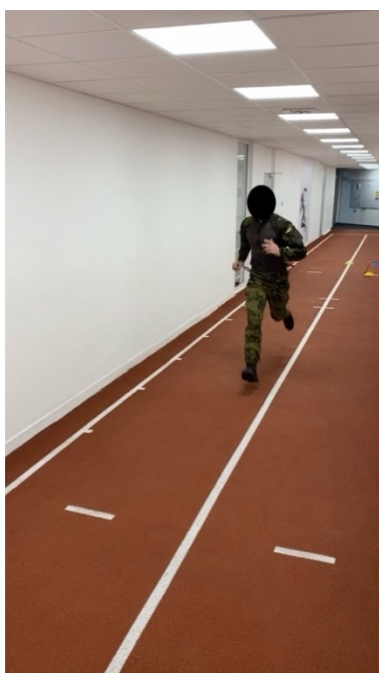
Nutnost tažení raněného se může vyskytnout v bojové situaci, kde může dojít ke zranění a znemožnění pohybu některého ze spolubojovníků. Jedná se o velmi fyzicky náročnou aktivitu. Jako simulace tažení raněného bylo při tomto měření použito tažení saně se 100 kg zátěží, které probandi tahali za připevněné TRX popruhy (viz obr. 16). Vzdálenost, na kterou museli probandi saně odtáhnout, byla 100 m, byli přitom oblečeni do stejnokroje vz. 95 a jejich úkolem bylo překonat vzdálenost co možná nejrychleji libovolnou technikou tažení. (Conkright et al., 2021)



Obrázek 17: Tažení raněného (zdroj: Autor)

e) Člunkový běh bez/se zátěží

Jedná se o test krátkodobé vytrvalosti a schopnost pracovat s LA (laktátovým) systémem. Probandi zde absolvovali běh na 30 m od kuželu ke kuželu a celková vzdálenost byla 300 m. Úkolem bylo překonat daných 300 m v co možná nejkratším čase. Poprvé probandi běželi celou vzdálenost pouze ve stejnokroji vz. 95 (viz obr. 17), při dalším opakování byli ustrojeni do stejnokroje 95 + helma, balistická vesta a gumová replika samopalů (viz obr. 18) a měli stejný úkol. (Conkright et al., 2021)



Obrázek 19: Člunkový běh bez zátěže (zdroj: Autor)



Obrázek 18: Člunkový běh se zátěží (zdroj: Autor)

f) Přenášení zátěže

Tento test simuluje přemístění zátěže z bodu A do bodu B a jedná se o aktivní využití krátkodobé vytrvalosti v kombinaci se silovými schopnostmi. Probandi zde měli za úkol přemístit dva 20 kg kanystry (v každé ruce jeden) co nejdál v průběhu 2 minut. Byla určena 30 m dlouhá dráha po které v průběhu testu chodili tam a zpět. Probandi byli ustrojeni do stejnokroje vz. 95 + helma, balistická vesta a gumová replika samopalu (viz *obr. 20*). (Conkright et al., 2021)

g) Pěší přesun se zátěží

Ne vždy během bojového nasazení mohou vojáci využívat k přepravě moderní techniku. Proto je důležité, aby vojáci byli připraveni na pěší přesun s veškerým potřebným materiálem a následně na místě určení byli schopni vykonat určený úkol. Z tohoto důvodu byl do testové baterie zařazen pro experimentální skupinu pěší přesun se zátěží po dobu 40 minut. Probandi byli oblečeni do stejnokroje 95, dále měli helmu, balistickou vestu, gumovou repliku samopalu a batoh se zátěží 20 kg. V této ústroji byli probandi postaveni na běžecký ergometr a absolvovali pěší přesun rychlostí 4 km/h po dobu již zmíněných 40 minut (viz *obr. 19*). (Pustka, 2023)



Obrázek 21: Přenášení zátěže (zdroj: Autor)



Obrázek 20: Pěší přesun se zátěží (zdroj: Autor)

4 Výsledky

V první řadě je nutné charakterizovat probandy, kteří se účastnili měření. Probandi byli čtyři a zde jsou jejich základní údaje (jedná se o průměrnou hodnotu a směrodatnou odchylku (SD)).

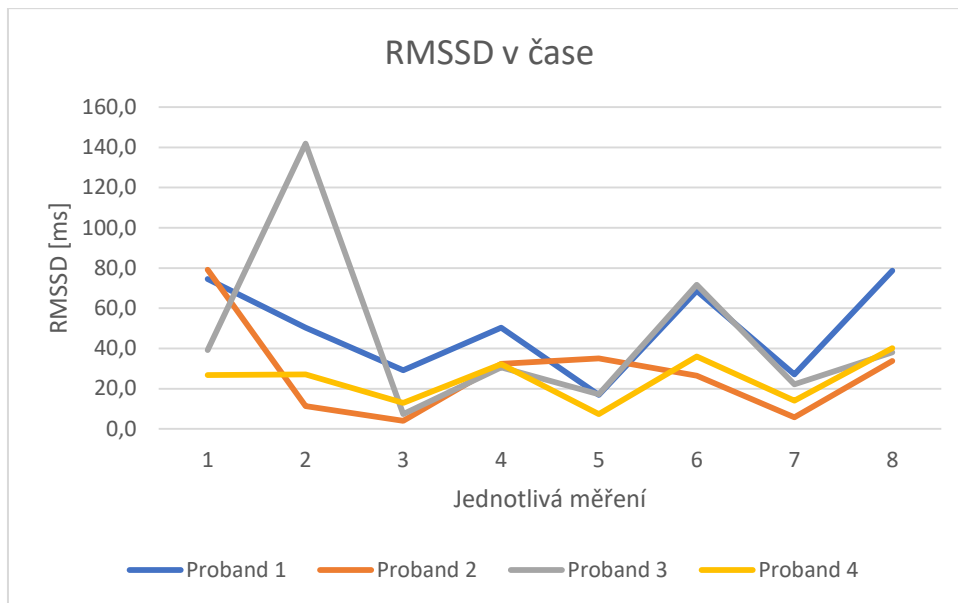
- Věk probandů: $22,5 \pm 1,91$ let
- Tělesná výška probandů: $185,75 \pm 4,19$ cm
- Hmotnost probandů: $89,5 \pm 7,59$ kg

4.1 Ukazatel RMSSD

Zde můžeme vidět data RMSSD naměřená vždy před zátěží a po zátěži. Jedná se o měření v době minimálně deseti minut, které všichni probandi podstoupili. S tím že 1. měření je průměr dvou po sobě jdoucích dnů (viz. *tab. 1*) a všechna další data jsou již jednotlivá měření bez dalších úprav. U ukazatele RMSSD platí, že čím vyšší je jeho hodnota, tím více byl zapojený parasympatický nervový systém neboli relaxace. Probandi zde jsou rozděleni do dvou skupin: oranžová barva je skupina experimentální (absolvovala navíc pěší přesun se zátěží) a barva modrá je skupina kontrolní (místo přesunu se zátěží měla pauzu a mohla regenerovat po zatížení). U všech probandů můžeme sledovat sestupný trend vždy po skončení SMOS, to jsou měření 3, 5 a 7 (viz *tab. 4*). U probanda 2 si můžeme všimnout že měření 4 (před SMOS) a měření 5 (po SMOS) neodpovídají trendu. Tato odchylka může být způsobena chybou měření, nebo nějakými anomáliemi v datech. Z toho vyplývá že po absolvování SMOS, byla většina probandů vyčerpanější a test měl vliv na jejich autonomní nervový systém.

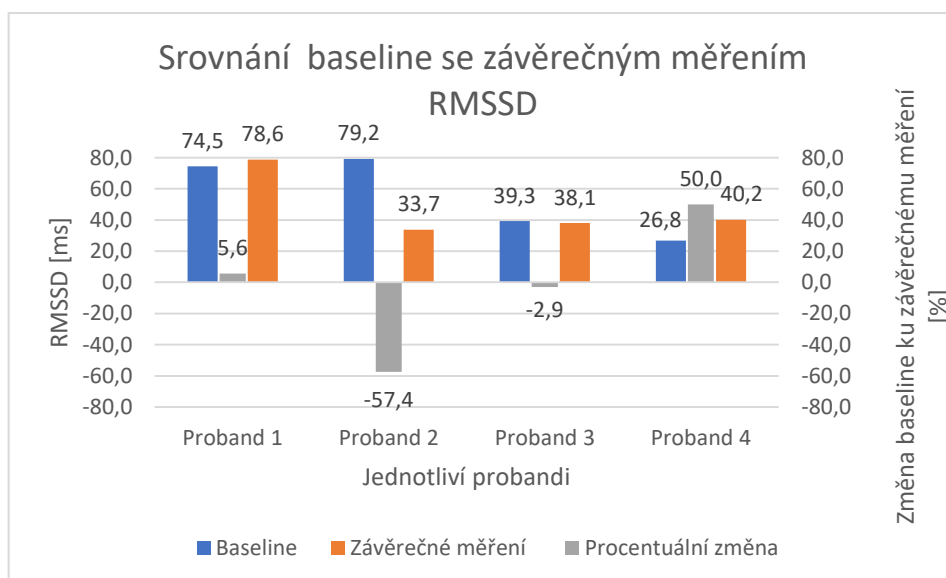
Tabulka 1: Výsledná data RMSSD (zdroj: Autor)

Data RMSSD [ms]										
	1	2	3	4	5	6	7	8	Průměr	SD
Proband 1	74,5	50,4	29,1	50,3	16,9	68,7	27,1	78,6	49,4	23,4
Proband 2	79,2	11,3	4,0	32,3	35,0	26,4	5,8	33,7	28,5	24,1
Proband 3	39,3	141,8	7,4	30,6	17,2	71,6	22,1	38,1	46,0	43,2
Proband 4	26,8	27,1	12,9	32,2	7,4	36,0	14,1	40,2	24,6	11,9
Průměr	54,9	57,7	13,4	36,4	19,1	50,7	17,3	47,7		
SD	25,9	58,4	11,1	9,3	11,5	22,9	9,3	20,8		



Graf 1: Grafický průběh RMSSD (zdroj: Autor)

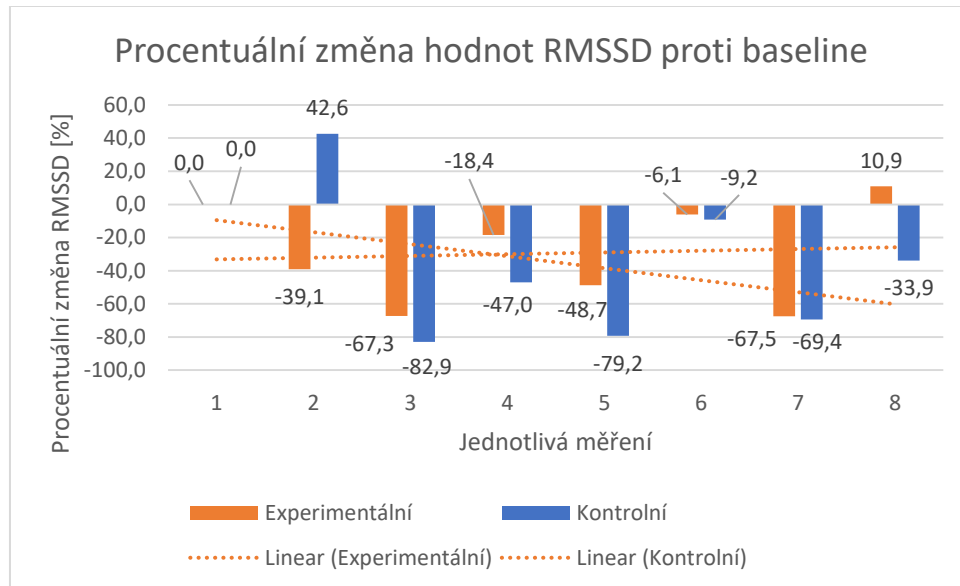
Tento graf byl vytvořen z čistých dat (viz tab. 1) a je zde znázorněn průběh změn v RMSSD všech probandů. Zde si můžeme lépe všimnout vzniklé anomálie u probanda 2 (viz graf 1), kde podle údajů RMSSD byl ve větším klidu právě po absolvování SMOS. Očekávání bylo, že všichni budou mít stejnou tendenci a že RMSSD bude vždy v měření po SMOS nižší než před ním.



Graf 2: Srovnání baseline se závěrečným měřením RMSSD a jeho procentuální změna (zdroj: Autor)

V tomto grafu můžeme sledovat srovnání baseline hodnot s hodnotami naměřenými při závěrečném měření a jejich procentuální rozdíl (viz graf 2). Modrou barvou je znázorněno měření baseline, barvou oranžovou závěrečné měření a šedivá barva značí procentuální rozdíl mezi těmito dvěma měřeními. Zde si můžeme povšimnout

že u probanda 1 a 4 převyšují hodnoty RMSSD při závěrečném měření ty z baseline. To může být způsobeno rychlou adaptací na stresové podněty, chybou měření, nebo kvalitní a rychlou regenerací po ukončení zátěžového protokolu.



Graf 3: Procentuální změna hodnot RMSSD skupin oproti její průměrné hodnotě (zdroj: Autor)

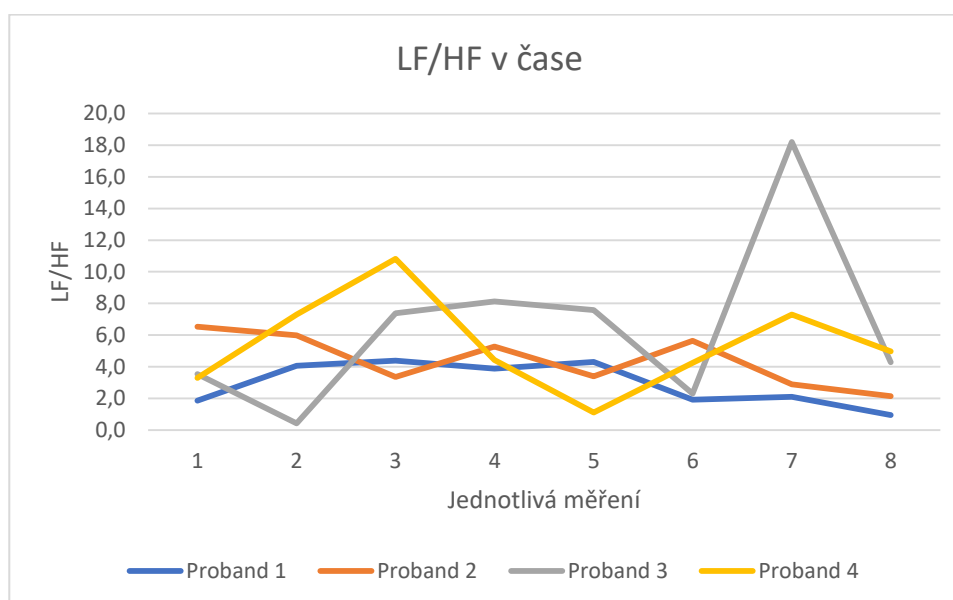
V grafu můžeme pozorovat změny hodnot RMSSD oproti baseline hodnotě. Oranžovou barvou jsou zde znázorněni probandi z experimentální skupiny, tedy ti, kteří absolvovali navíc pěší přesun se zátěží. Naopak barvou modrou mají probandi, kteří místo pěšího přesunu se zátěží mohli odpočívat. Zajímavý je tady trend, že probandi z kontrolní skupiny vykazovali vyšší míru únavy s přibývajícím dny než probandi ze skupiny experimentální (viz graf 3). Očekávání bylo obrácené, tedy že probandi z experimentální skupiny budou vykazovat vyšší míru vyčerpání než probandi z kontrolní skupiny.

4.2 Ukazatel LF/HF

V tabulce níže můžeme vidět data LF/HF u jednotlivých probandů v průběhu měření (viz tab. 2). Tento ukazatel nemá žádné jednotky proto zde ani nejsou uvedeny. U LF/HF platí že čím jsou hodnoty nižší tím více je zapojený PNS, který je spojený s relaxací, s psychickou a fyzickou pohodou. Jako všechny hodnoty, které lze z analýzy HRV vyčíst, se jedná o individuální ukazatel, který se nedá srovnávat mezi jednotlivými probandy. Předpokladem je, že hodnoty LF/HF při měření po zátěži budou vyšší než hodnoty naměřené před zátěží, a tudíž bude více zapojený SNS.

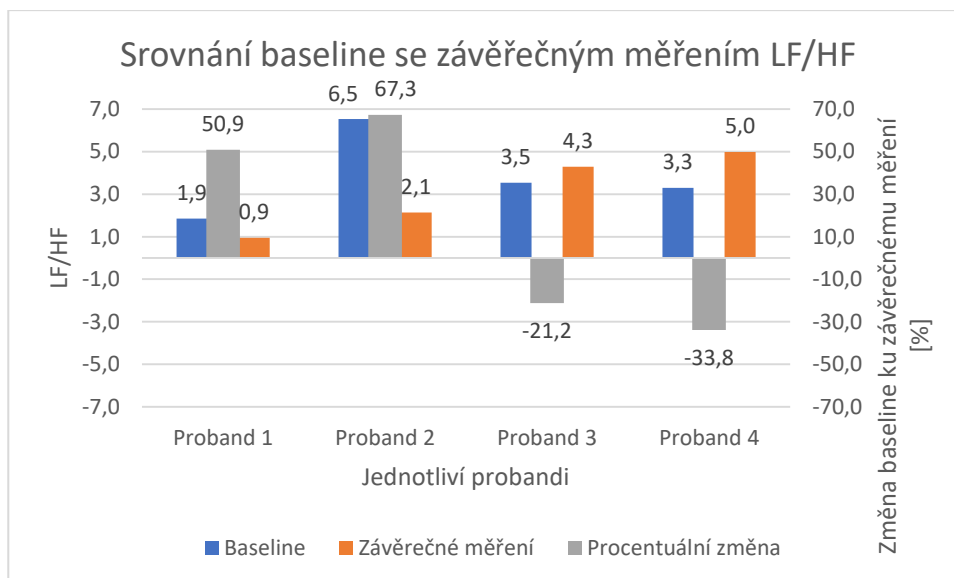
Tabulka 2: Výsledná data LF/HF (zdroj: Autor)

Data LF/HF										
	1	2	3	4	5	6	7	8	Průměr	SD
Proband 1	1,9	4,1	4,4	3,9	4,3	1,9	2,1	0,9	2,9	1,4
Proband 2	6,5	6,0	3,3	5,3	3,4	5,6	2,9	2,1	4,4	1,6
Proband 3	3,5	0,4	7,4	8,1	7,6	2,3	18,2	4,3	6,5	5,5
Proband 4	3,3	7,3	10,8	4,4	1,1	4,2	7,3	5,0	5,4	3,0
Průměr	3,8	4,4	6,5	5,4	4,1	3,5	7,6	3,1		
SD	2,0	3,0	3,4	1,9	2,7	1,7	7,4	1,9		



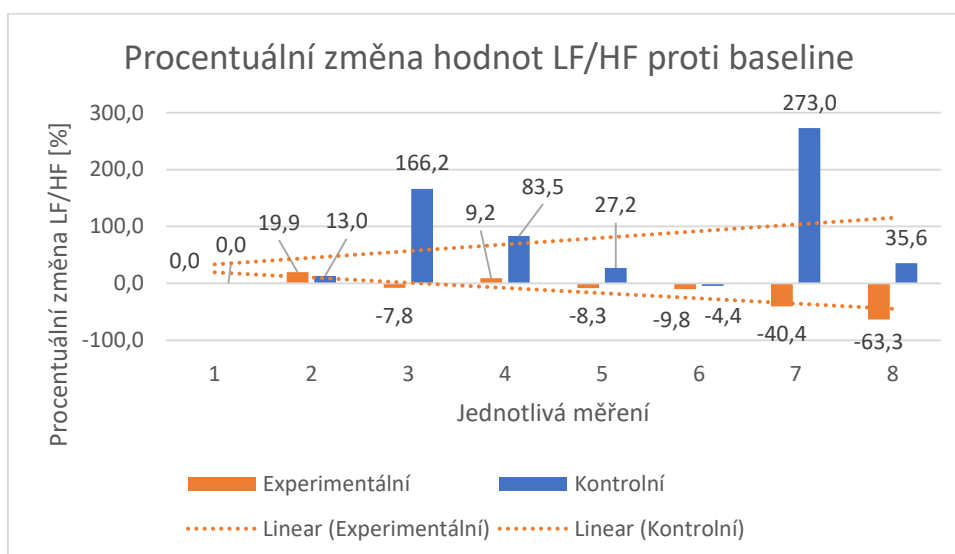
Graf 4: Grafický průběh LF/HF

V tomto grafu můžeme vidět graficky znázorněný průběh naměřených hodnot LF/HF (viz tab. 2). Trend v tomto grafu by měl být takový, že vždy po zátěži (měření 3, 5 a 7) budou hodnoty u všech probandů vyšší než před zátěží (viz graf 4). Zajímavé je, že proband 4 vykazoval po druhém dnu zatížení nižší známky únavy než v průběhu celého měření. Další zajímavý jev, který můžeme pozorovat, je u probanda 3, který byl při posledním měření po zátěži nadměru vyčerpaný, alespoň podle ukazatele LF/HF.



Graf 5: Srovnání baseline se závěrečným měření LF/HF a jeho procentuální změna (zdroj: Autor)

Zde můžeme vidět grafické srovnání LF/HF dat z baseline měření s daty naměřenými den po ukončení SMOS protokolu a jejich procentuální rozdíl (viz. graf 5). Jak již bylo zmíněno výše, očekávalo se, že hodnoty z baseline měření budou nižší než hodnoty u závěrečného měření. S touto domněnkou jsem pracoval na základě toho, že probandi budou stále ještě unavení po fyzické stránce z předchozí zátěže, a tudíž bude stále ve vyšší míře zastoupen SNS. Tento trend je viditelný pouze u probandů 3 a 4, ostatní dva probandi vykazovali před začátkem měření vyšší hodnoty LF/HF než po jeho ukončení (viz graf 5).



Graf 6: Procentuální změna hodnot LF/HF skupin oproti její průměrné hodnotě (zdroj: Autor)

V tomto grafu můžeme sledovat procentuální změnu LF/HF v průběhu času k baseline hodnotám. Z toho důvodu je u měření 1 hodnota 0, jelikož se od sebe dvě stejné

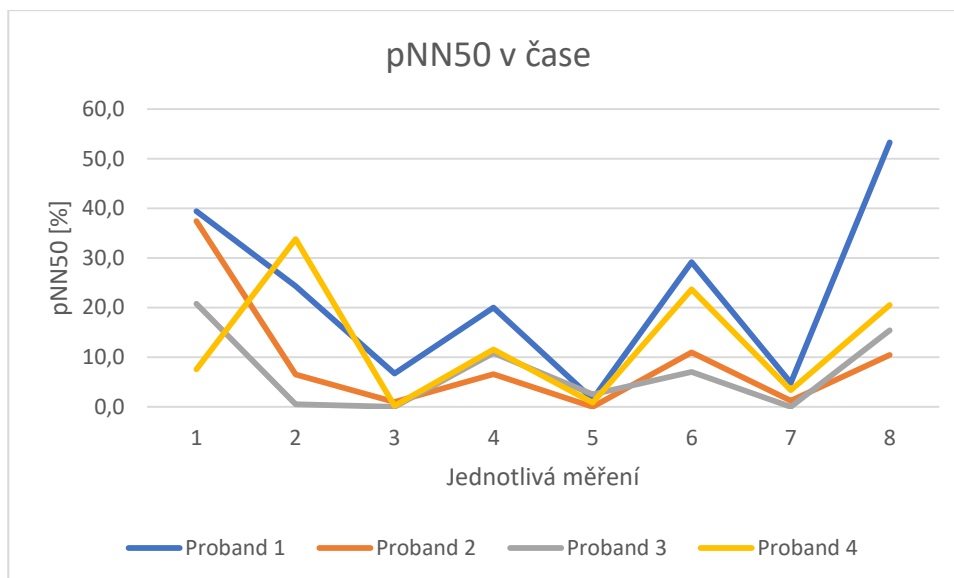
hodnoty vůbec neliší. Můžeme si zde povšimnout že sedmé měření (poslední den po zátěži) se na kontrolní skupině velmi podepsalo zatížení a probandi zde dosahovali velmi vysokých hodnot LF/HF (viz *graf 6*). Také je zajímavé si všimnout, že probandi z experimentální skupiny každým dalším měření měli hodnoty nižší než baseline, a tudíž u nich byl více zapojený parasympatický nervový systém (viz *graf 6*).

4.3 Ukazatel pNN50

V níže uvedené tabulce můžeme vidět hodnoty pNN50 u probandů (viz *tab 3*). Jedná se o ukazatel z časové analýzy HRV. Jeho hodnoty se měnily v čase podle toho, jak byli probandi vyčerpaní a mělo by zde docházet k poklesu po zátěži. Z toho vyplývá že čím vyšší je hodnota pNN50, tím více byl u probandů zapojený PNS, který je spojený s relaxací a regenerací.

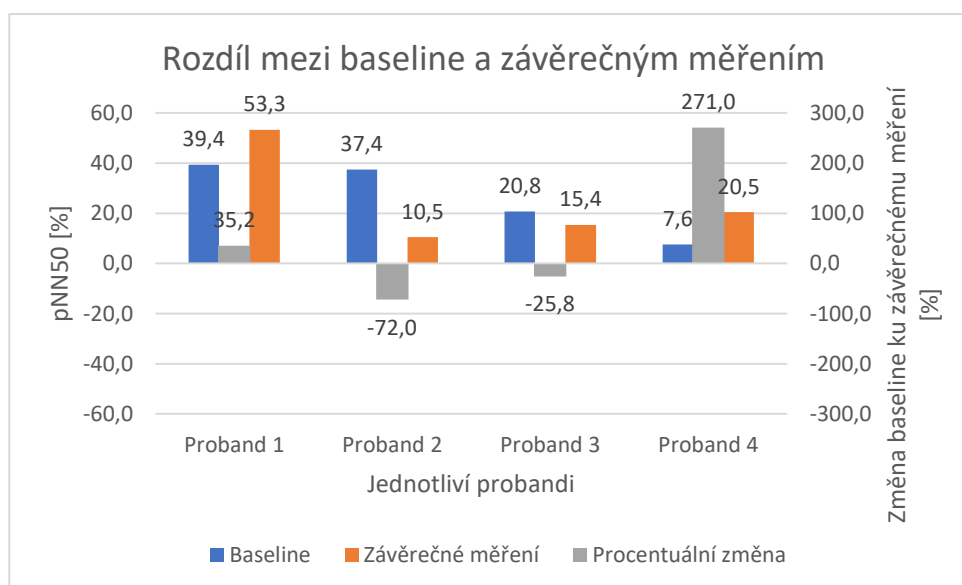
Tabulka 3: Výsledná data pNN50 (zdroj: Autor)

Data pNN50 v čase [%]										
	1	2	3	4	5	6	7	8	Průměr	SD
Proband 1	39,4	24,3	6,7	20,0	1,6	29,2	4,8	53,3	22,4	18,1
Proband 2	37,4	6,5	1,0	6,6	0,0	11,0	1,2	10,5	9,3	12,1
Proband 3	20,8	0,5	0,0	10,9	2,5	7,0	0,0	15,4	7,1	7,9
Proband 4	7,6	33,8	0,2	11,6	0,8	23,7	3,4	20,5	12,7	12,2
Průměr	26,3	16,3	2,0	12,3	1,2	11,7	2,4	24,7		
SD	15,0	15,4	3,2	5,6	1,1	10,4	2,2	19,4		



Graf 7: Grafický průběh pNN50 (zdroj: Autor)

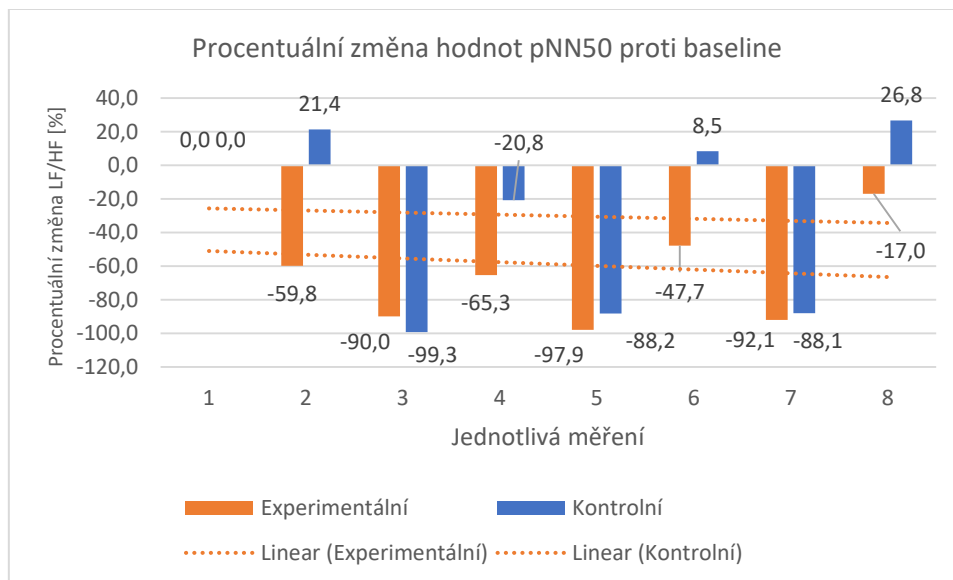
Jako u každého ukazatele je i zde průběh jednotlivých měření pNN50 zobrazen graficky. U tohoto ukazatele si můžeme povšimnout, že většina dat se drží trendu, který odpovídá tomu, že zátěž se podepíše na vnitřním prostředí organismu a hodnoty měřené po dané zátěži jsou nižší než před ní (viz graf 7). Abych byl konkrétní tak měření před zátěží jsou: 2,4 a 6 a měření po zátěži jsou: 3, 5 a 7.



Graf 8: Srovnání baseline se závěrečným měření pNN50 a jeho procentuální změna (zdroj: Autor)

Zde můžeme vidět hodnoty jednotlivých probandů z baseline měření ve srovnání s měřením den po zátěži a jejich procentuální změnu (viz graf 8). Hodnoty u všech probandů jsou značeny jednotlivými barvami. Pro měření baseline byla použita u všech probandů barva modrá, pro závěrečné měření barva oranžová a procentuální rozdíl značí

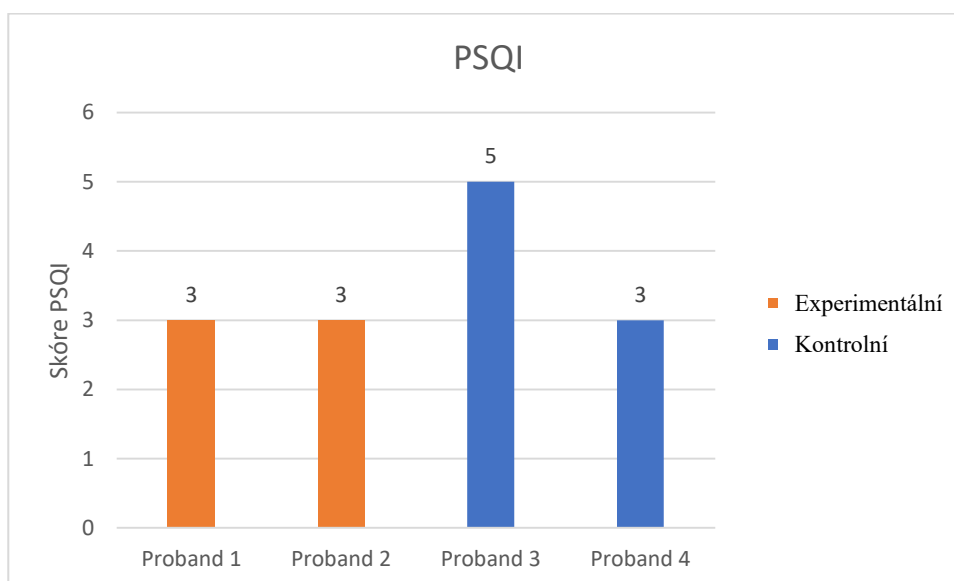
barva šedivá. Jak již bylo zmíněno výše u tabulky 6, vyšší hodnoty pNN50 ukazují na zapojení spíše parasympatického nervového systému než sympatického, a tudíž u měření s vyššími hodnotami byli probandí více ve stavu odpočinku a relaxace.



Graf 9: Procentuální změna hodnot pNN50 skupin oproti její průměrné hodnotě (zdroj: Autor)

V tomto grafu můžeme sledovat procentuální změnu ukazatele pNN50 v průběhu jednotlivých měření k baseline měření. Je zde vidět, že probandí před zatížením měli lepší hodnoty pNN50 než po zátěži, a tudíž zatížení mělo vliv na vnitřní prostředí probandů (viz graf 9).

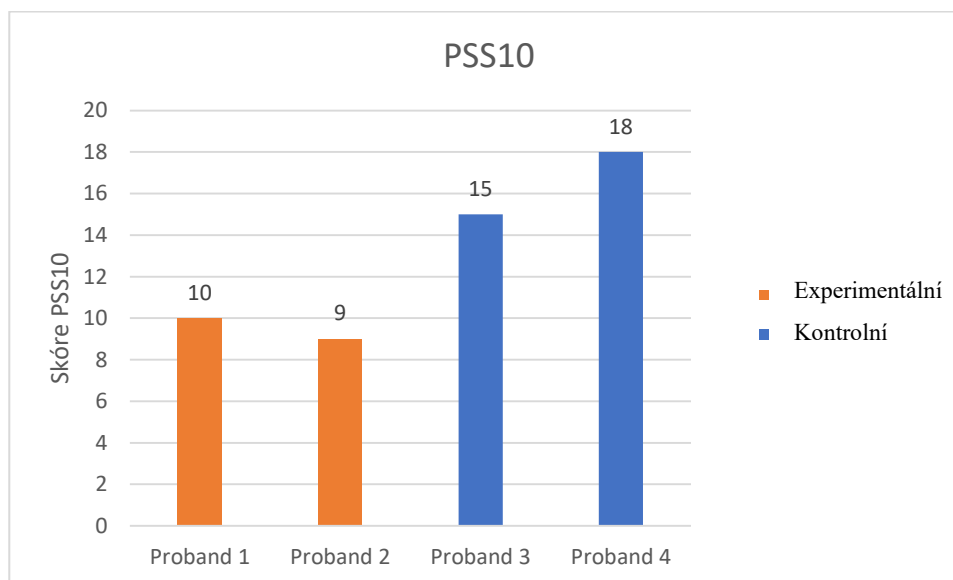
4.4 Pittsburský spánkový dotazník



Graf 10: Skóre probandů v Pittsburském spánkovém dotazníku (zdroj: Autor)

U toho dotazníku se výsledky vyhodnocují podle odpovědí, které v něm probandi uvedli. Následně se z těchto odpovědí vyhodnotí bodové skóre, které vyjadřuje kvalitu spánku. Probandi na tento dotazník odpovídali před samotným začátkem měření a byli rozděleni do dvou skupin. Dva probandi byli ve skupině experimentální (oranžová barva) a další dva ve skupině kontrolní (modrá barva) (viz *graf 10*). Hodnocení tohoto dotazníku je na škále od 0 do 21 s tím, že pokud vyjde skóre menší nebo rovno 3, je kvalita spánku velmi dobrá. Naopak pokud skóre vyjde vyšší než 3, je spánek špatný a čím více se skóre blíží k 21, tím je horší. Můžeme si všimnout že všichni, krom probanda 3, měli dobrou kvalitu spánku a jejich skóre bylo 3 (viz *graf 10*).

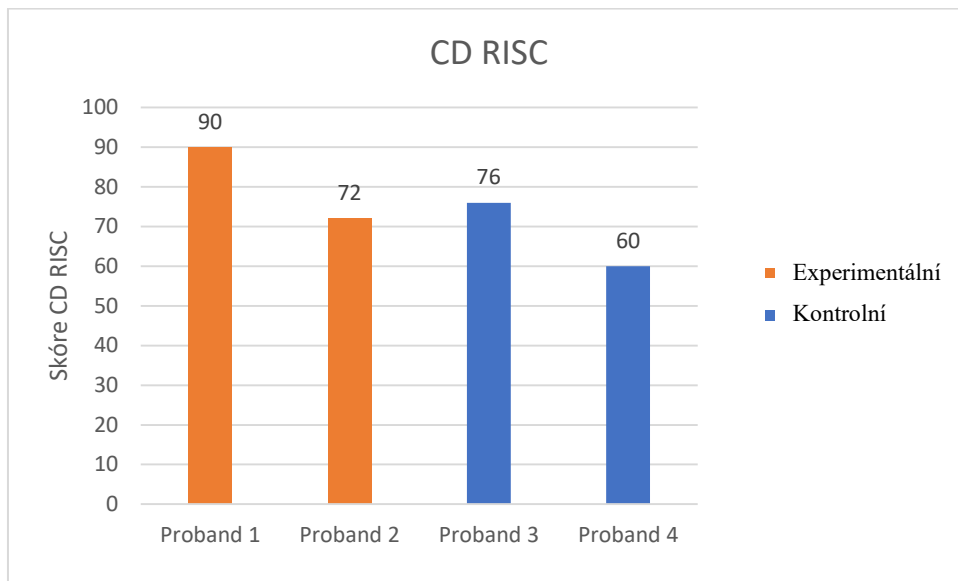
4.5 Škála vnímaného stresu



Graf 11: Skóre probandů ve Škále vnímaného stresu (zdroj: Autor)

V grafu výše můžeme vidět bodové výsledky všech probandů ve škále vnímaného stresu. Opět, stejně jako u předchozího dotazníku, jsou zde probandi barevně rozděleni s tím, že experimentální skupina je znázorněna barvou oranžovou a kontrolní skupina barvou modrou (viz *graf 11*). Zde platí že pokud skóre v tomto dotazníku vyjde 0-13 jedná se o nízkou úroveň stresu, 14-26 je mírný stres a u skóre 27-40 se jedná o vysoký vnímaný stres. V grafu výše můžeme vidět že proband 1 a 2 mají nízkou úroveň vnímaného stresu a probandi 3 a 4 vnímají mírný stres (viz *graf 11*).

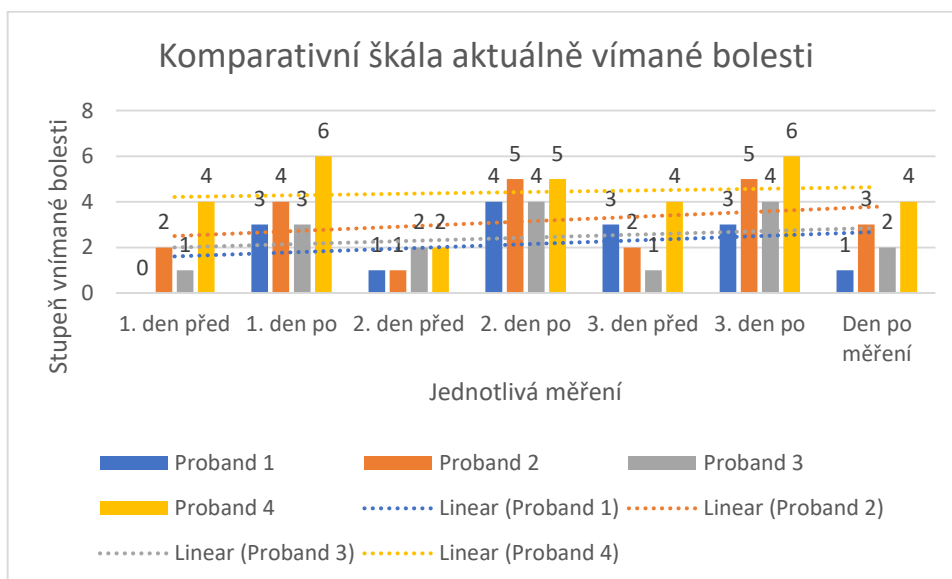
4.6 Orientační dotazník resilience



Graf 12: Skóre probandů v Orientačním dotazníku resilience (zdroj: Autor)

Zde můžeme vidět výsledky jednotlivých probandů z orientačního dotazníku resilience. Jako u předchozích grafů i zde je barevně rozlišena skupina experimentální (oranžová) a kontrolní (modrá) pro snazší orientaci. Můžeme se všimnout že proband 1 zde dosáhl velmi vysokého skóre, proband 2 a 3 mají sice skóre o něco menší, přesto se jedná o dobrý výsledek (viz graf 12).

4.7 Komparativní škála aktuálně vnímané bolesti



Graf 13: Hodnoty aktuálně vnímané bolesti (zdroj: Autor)

Tyto hodnoty, které můžeme vidět v grafu výše, jsou z komparativní škály aktuálně vnímané bolesti. Na tuto škálu probandi odpovídali vždy před zátěží a následně po

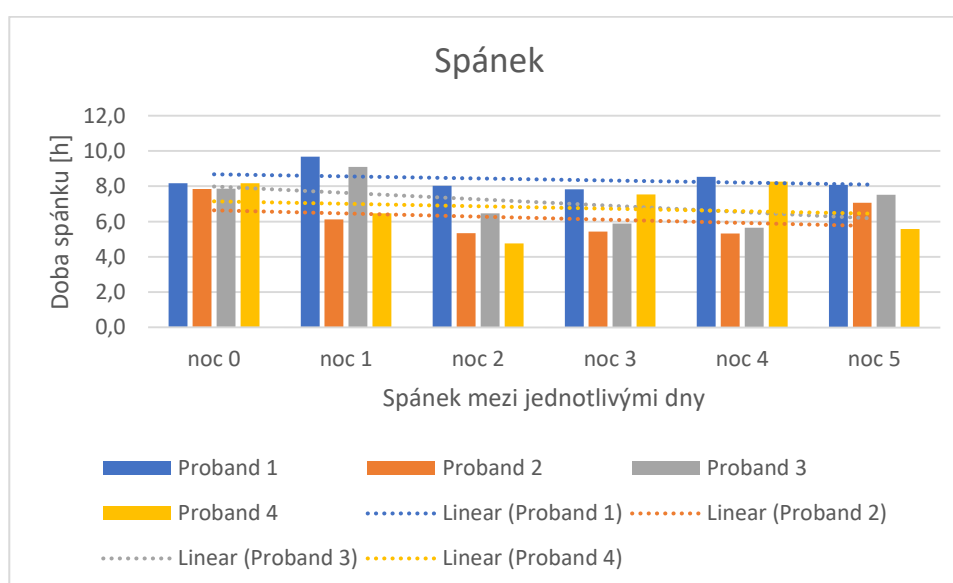
skončení měření daného dne. Můžeme si zde všimnout, že v průběhu měření mají všechna data vzestupnou tendenci, což může být spojeno s tím, že každý další den byl náročnější (viz graf 13). Také je zajímavé sledovat, že žádný z probandů se nedostal nad hodnotu 6 a nedostávali se tedy do kategorie Silná bolest.

4.8 Spánek

V této tabulce jsou hodnoty spánku naměřené pomocí sportovních hodinek Polar Grit X, které probandi nosili nepřetržitě po celou dobu měření. Můžeme zde vidět nejen dobu spánku v hodinách v noci během všech dnů, ale i z dnů kdy probíhalo baseline měření (viz tab. 4).

Tabulka 4: Počet naspaných hodin mezi jednotlivými dny (zdroj: Autor)

Spánek [h]								
	noc 0	noc 1	noc 2	noc 3	noc 4	noc 5	průměr	SD
Proband 1	8,2	9,7	8,0	7,8	8,5	8,1	8,4	0,7
Proband 2	7,9	6,1	5,4	5,4	5,3	7,1	6,2	1,1
Proband 3	7,9	9,1	6,5	5,9	5,7	7,5	7,1	1,3
Proband 4	8,2	6,5	4,8	7,5	8,3	5,6	6,8	1,4
Průměr	8,0	7,8	6,2	6,7	6,9	7,1		
SD	0,2	1,8	1,4	1,2	1,7	1,1		



Graf 14: Grafický přehled spánku (zdroj: Autor)

Graf výše je grafické zpracování naspaných hodin. Data, která byla použita na vytvoření tohoto grafu jsou shodná s daty v tabulce 7. Můžeme si zde všimnout, že všichni probandi měli sestupnou tendenci doby spánku v průběhu měření (viz *graf 14*).

5 Diskuze

Tato bakalářská práce s názvem Analýza variability srdeční frekvence (HVR) v průběhu simulovaného operačního stresu u vojenského personálu je záměrně rozdělena do dvou hlavních částí. První z nich je část teoretická a druhá empirická.

V teoretické části je cílem čtenáře seznámit s problematikou a dalšími aspekty, kterých se dané téma týká a tím čtenářům pomoci lépe pochopit témata rozebíraná v části empirické. Empirická část se již zabývá samotným měřením a testováním probandů. Ti v průběhu tří dnů podstupovali SMOS, kde jim před, v průběhu a po jeho absolvování bylo měřeno HRV. Dalším úkolem bylo pozorovat, jaký vliv má právě zmíněný SMOS protokol na vnitřní prostředí člověka a jak je daný protokol pro probandy náročný.

Pro úplný náhled do situace probandi vyplnili tři jednoduché dotazníky, které nám pomohly zjistit jejich spánkové návyky, odolnost a stres. Jednalo se o dotazníky PSS10, PSQI a CD RISC. Dalším faktorem, na který jsme se probandů v průběhu měření dotazovali, byla škála aktuálně pocíťované bolesti. Na tu probandi odpovídali vždy před začátkem a po konci každého měření.

Při analýze variability srdeční frekvence jsme využili výsledky jednotlivých ukazatelů a to RMSSD, LF/HF a pNN50 a dostali jsme výsledky, které vedly k zajímavým zjištěním ohledně fyziologických reakcí probandů. Pro lepší pochopení těchto výsledků je důležité zohlednit několik klíčových faktorů a studií, které pomohou vysvětlit rozdíly ve výsledcích mezi probandy.

5.1 RMSSD

Výsledky ukazatele RMSSD ukázaly, že ve srovnání baseline měření s měřením závěrečným došlo k největšímu zhoršení u probanda 2 (o 57,4 %), zatímco proband 4 dosáhl zlepšení o 50 %. Tento rozdíl může být vysvětlen několika faktory, jako je například individuální odolnost vůči stresu anebo výchozí hodnoty RMSSD. Studie od Peabody et al. (2023) ukazuje, že jedinci s vyšší odolností vůči stresu a lepšími výchozími hodnotami HRV vykazují menší zhoršení při vystavení stresovým podmínkám. Takové zhoršení u probanda 2 mohlo být ovlivněno nedostatečným spánkem, jelikož ze všech probandů spal nejméně, v průměru 6,2 h za noc. Naopak proband 4 naspal průměrně 6,8 h za noc. Zajímavé je, že proband 2 dosahoval ve všech dotaznících lepšího skóre než proband 4, tudíž by se dalo předpokládat, že díky vyšší psychické odolnosti a vnímanému stresu bude mít hodnoty RMSSD lepší (Peabody et al., 2023). Při srovnání průměrných

hodnot experimentální a kontrolní skupiny vychází, že skupina experimentální se při závěrečném měření zlepšila o 10,9 % oproti baseline měření. Naopak skupina kontrolní se zhoršila o 33,9 % při srovnání těchto dvou měření. Faktor, který zde může hrát roli je ten, že probandi z experimentální skupiny dosahovali mnohem lepších výsledků ze všech dotazníků. Například ve studii od Cohen et al. (1983) se uvádí, že lidé, kteří dosahují lepšího skóre v dotazníku PSS10, mohou mít lepší fyziologické ukazatele jako je například HRV. Dalším faktorem, který mohl mít vliv na výsledky, je spánek, jelikož probandi z experimentální skupiny spali v průměru více hodin, než probandi ze skupiny kontrolní. Zde například Ohayon et al. (2004) uvádí, že nedostatek spánku a jeho nedostatečná kvalita, mohou vést ke zvýšení aktuálně vnímané bolesti a k zhoršené schopnosti zvládat stres.

V souvislosti s tímto ukazatelem jsme také volili jednotlivé hypotézy, jelikož RMSSD je nejvyžívanější ukazatel při analýze HRV a je pokládán za standart (Shaffer & Ginsberg, 2017). Dále jsem hypotézy formuloval na základě informací ze více různých studií jako jsou (Conkright et al., 2021; Vrijkotte et al., 2016). Je v nich uvedeno, že zátěžový protokol SMOS má na organismus negativní efekt a v průběhu měření byli probandi více unavení a docházelo u nich k poklesu výkonu. S tím jsou spojeny i jednotlivé ukazatele HRV, jelikož odrážejí vliv zatížení na jedince (Botek et al., 2017; Hinde et al., 2021). Na základě poznatků z těchto studií jsme formulovali tyto hypotézy: **Hypotéza 1:** Průměrná hodnota RMSSD bude nejvyšší při baseline měření a při závěrečném měření očekáváme, že bude nižší než baseline, což bude odrážet zvýšenou fyzickou a psychickou únavu z operačního stresu (Stephenson et al., 2021).

Jak již je uvedeno výše v této podkapitole, tak se průměrné hodnoty RMSSD zhoršily pouze u dvou probandů ze čtyř, přičemž největší zhoršení bylo u probanda 2 (o 57,4 %). Naopak proband 4 dosáhl zlepšení o 50 % oproti baseline měření. Tento výsledek naznačuje, že i když u některých probandů došlo ke zhoršení, celkový průměrný pokles RMSSD nebyl tak výrazný, jak se očekávalo.

Podle studie od Peabody et al. (2023), by zvýšený fyzický a psychický stres měl obecně vést ke snížení RMSSD. Nicméně naše výsledky naznačují, že individuální odolnost vůči stresu a výchozí hodnoty HRV mohou hrát významnou roli. Tento fakt je dále podpořen studií Task force of the European Society of Cardiology (1996), která uvádí, že zvýšený stres a fyzická únava vedou k poklesu HRV, avšak individuální rozdíly mohou tyto efekty modifikovat.

Hypotéza 2: Předpokládáme, že experimentální skupina, která absolvovala pěší přesun (40 minut s externí zátěží 31 kg a v rychlosti 4 km/h), vykáže vyšší snížení průměrných hodnot RMSSD při závěrečném měření, ve srovnání s baseline hodnotami než skupina, která pěší přesun neabsolvovala (Stephenson et al., 2021).

Výsledky zmíněné výše v této podkapitole ukazují, že experimentální skupina vykazala menší snížení ukazatele RMSSD než skupina kontrolní. Tento výsledek je opačný než očekávaný, což může být ovlivněno několika faktory.

Za prvé, probandi z experimentální skupiny dosahovali lepších výsledků z dotazníků PSQI, PSS10 a CD RISC, což naznačuje, že měli nižší vnímaný stres, lepší kvalitu spánku a vyšší odolnost. Podle studie Cohen et al. (1983) a studie Castro Ribeiro et al. (2023) jsou tyto faktory silně korelovány s lepšími hodnotami HRV. Za druhé, experimentální skupina spala průměrně více hodin za noc než kontrolní skupina, což podle studie od Ohayon et al. (2004) může pozitivně ovlivnit schopnost zvládat stres a regeneraci.

5.2 LF/HF

Ukazatel LF/HF ukázal největší zlepšení u probanda 2 (o 67,3 %), zatímco proband 4 dosáhl zhoršení (o 33,8 %). Tento ukazatel odráží rovnováhu mezi sympatickým a parasympatickým nervovým systémem. Studie ukazují, že vyšší hodnoty LF/HF mohou být spojeny s větším fyziologickým stresem, zatímco nižší hodnoty mohou identifikovat lepší zvládání stresu (Task force of the European Society of Cardiology, 1996). Výsledky tohoto ukazatele ukazují, že probandi z experimentální skupiny měli lepší výsledky v porovnání s probandy z kontrolní skupiny, jelikož se experimentální skupina při závěrečném měření zlepšila o 63,3 % oproti baseline měření a kontrolní skupina se naopak zhoršila o 35,6 %. Tento výsledek může být ovlivněný například vyšší celkovou odolností, čemuž odpovídá i výsledek z dotazníku CD RISC kde probandi z experimentální skupiny dosahovali lepšího průměrného skóre (Connor & Davidson, 2003). Dalším faktorem, který zde může hrát roli, je hodnota vnímaného stresu z dotazníku PSS10. Dle Cohen et al. (1983) mohou jedinci s lepším skóre v dotazníku PSS10 vykazovat lepší hodnoty HRV.

5.3 pNN50

pNN50 ukázal největší zlepšení u probanda 4 (o 271 %), zatímco největší zhoršení bylo u probanda 2 (o 72 %). Tento ukazatel odráží parasympatickou aktivitu a vyšší hodnoty mohou indikovat lepší schopnost zvládání stresu (Welltory, 2023). U tohoto

ukazatele došlo k zajímavému zjištění. Kontrolní skupina se v závěrečném měření zlepšila v průměru o 26,8 % oproti měření baseline. Naopak experimentální skupina se v průměru zhoršila o 17 % při porovnání baseline měření se závěrečným, ačkoli veškeré výsledky z dotazníků a také výsledky spánku, nasvědčují přesnému opaku. Tento rozdíl mohl být způsobený nižšími hodnotami při baseline měření u kontrolní skupiny. Dalším faktorem mohly být individuálně vnímané rozdíly zátěže a reakce organismu na tyto podněty (Task force of the European Society of Cardiology, 1996).

5.4 Dotazníky

Výsledky dotazníků (PSQI, PSS10 a CD RISC) poskytují další kontext pro interpretaci výsledků HRV. Probandi s nižším skóre stresu (PSS10) a vyšší odolností (CD RISC) měli tendenci dosahovat lepších výsledků u HRV. Například proband 1, který dosáhl nejlepších výsledků v dotazníku CD RISC, vykazoval také nejlepší výsledky při analýze HRV.

Podle studie od Cohen et al. (1983) je Perceived Stress Scale (PSS10) spolehlivý nástroj pro měření vnímaného stresu, což může ovlivnit fyziologické ukazatele jako je HRV. Výsledky dotazníků mohou tedy vysvětlit, proč probandi s nižším skóre v PSS10 vykazovali lepší HRV. Nižší vnímaný stres je obvykle spojen s lepší autonomní funkcí (Cohen et al., 1983).

5.5 Vnímaná bolest a spánek

Vzestupná tendence vnímané bolesti v průběhu měření naznačuje, že každý následující den byl pro probandy náročnější. To mohlo ovlivnit jejich schopnost zvládat stres a tím i výsledky HRV. Kromě toho zkracující se čas spánku může negativně ovlivnit regeneraci a odolnost vůči stresu, což mohlo také přispět k rozdílům ve výsledcích mezi probandy.

Podle studie Ohayon et al. (2004), nedostatek spánku a jeho špatná kvalita mohou vést ke zvýšené vnímané bolesti a zhoršené schopnosti zvládat stres. To může mít vliv na zhoršení výsledků HRV u probandů, kteří měli kratší čas spánku.

5.6 Limitace

Hlavní limitací této studie je velmi nízký počet probandů, který činil celkem pouze čtyři osoby, rozdělené do experimentální a kontrolní skupiny. Tento malý vzorek výrazně

omezuje možnost generalizace výsledků. Nízký počet probandů byl způsoben omezeným množstvím měřicího vybavení, konkrétně sporttesterů a hodinek.

Dalším limitujícím faktorem byly podmínky měření, která probíhalo ve vnitřních prostorách posilovny. Tyto podmínky neodrážejí reálné operační prostředí, ve kterém se vojáci obvykle nacházejí. Absence vnějších stresorů, jako jsou nepříznivé povětrnostní podmínky, mohla ovlivnit fyziologické reakce probandů a tím i výsledky měření.

Tato práce slouží jako pilotní výzkum a jejím cílem bylo připravit základní informace o dané problematice. Pro budoucí výzkum by bylo vhodné zvýšit počet probandů a zahrnout širší škálu stresorů, relevantních pro vojenské operace. Rovněž by bylo užitečné provádět měření v reálném operačním prostředí, aby byly výsledky více reprezentativní a aplikovatelné v praxi.

V neposlední řadě je třeba zohlednit variabilitu v individuální odolnosti vůči stresu, spánkových návycích a vnímané bolesti, které mohou významně ovlivnit výsledky HRV měření. Zajištění standardizace měřících postupů a použití vysoce přesných měřících zařízení, jako je EKG, může pomoci minimalizovat některé z těchto limitací a poskytnout spolehlivější údaje pro analýzu.

Pro budoucí výzkum se doporučuje implementace komplexnějšího přístupu, který zahrnuje větší a diverzifikovanější vzorek probandů, využití pokročilých měřících technologií a simulaci realistických podmínek. Tím bude možné získat hlubší vhled do vlivu operačního stresu na variabilitu srdeční frekvence a její praktické aplikace v oblasti vojenské medicíny.

6 Závěr

Na základě výsledků získaných za pomoci měření, prováděného na 4 probandech, se podařilo splnit cíl práce, který byl zjistit vliv simulovaného operačního stresu, trvajících tři dny, na HRV jedince bez spánkové deprivace a kalorického deficitu.

Při vyhodnocování výsledků jsme vyvrátili 1. hypotézu, jelikož se ukázalo že ne u všech probandů došlo v průběhu měření ke zhoršení ukazatele RMSSD u HRV.

Také 2. hypotézu jsme vyvrátili, jelikož jsme v ní předpokládali že dojde k většímu zhoršení ukazatele RMSSD u experimentální skupiny. Při porovnání všech výsledků se ukázalo, že k většímu zhoršení došlo naopak u skupiny kontrolní.

Je možné, že by výsledky práce vyšly jinak, pokud bychom měli vyšší počet probandů. Z tohoto důvodu je tato práce převážně prvotním měřením a může poskytnout ucelené informace pro výzkumy, které mohou být prováděny v budoucnu.

V rámci této práce jsme došli k výsledku, že třídní zátěžový protokol SMOS má vliv na vnitřní prostředí člověka, ale ne takový, aby ho jedinci nebyli schopni zvládnout. I z toho důvodu u některých jedinců nedošlo k dostatečnému zatížení, aby jejich výstupní výsledky byly horší nežli vstupní.

Pokud bychom se danému tématu nadále věnovali například v diplomové práci, bylo by vhodné zařadit reálné podmínky, se kterými se vojáci mohou setkávat, jako jsou například nepříznivé povětrnostní podmínky, déšť a výkyvy teplot. Dále by bylo vhodné zajistit větší vzorek probandů a zařadit do měření spánkový deficit a kalorickou deprivaci.

7 Seznam literatury

1. Aby, F. (2019). *Serotonergic neurons of the nucleus paphe Magnus in the control of nociceptive transmission in the dorsal horn of the spinal cord: An optogenetic study in different pathophysiological contexts*. <https://health.mil/News/Articles/2022/10/13/DVPRS-pain-scale?page=1#youMayAlso>
2. Armáda České republiky. (2023a, leden 4). *Velitelství výcviku—Vojenská akademie*. https://acr.army.cz/struktura/generalni/va/velitelstvi-vycviku-_-vojenska-akademie--87035/
3. Armáda České republiky. (2023b, leden 5). *Velitelství teritoriálních sil*. <https://acr.army.cz/struktura/generalni/ter/velitelstvi-teritoria-214170/>
4. Armáda České republiky. (2023c, duben 28). *Velitelství kybernetické sil*. <https://acr.army.cz/struktura/generalni/kyb/velitelstvi-kyberneticky-ch-sil-a-informacnich-operaci-214169/>
5. Armáda České republiky. (2023d, květen 8). *Velitelství pozemních sil*. <https://acr.army.cz/struktura/generalni/poz/velitelstvi-pozemnich-sil-acr-221600/>
6. Armáda České republiky. (2023e, říjen 28). *Velitelství pro speciální operace*. <https://acr.army.cz/struktura/generalni/operace/velitelstvi-pro-operace---spolecne-operacni-centrum-218819/>
7. Armáda České republiky. (2024, březen 21). *Velitelství vzdušných sil*. <https://acr.army.cz/struktura/generalni-stab/velitelstvi-vzdušnych-sil-86864/>
8. Balášová, M. (2013). *Psychohygienu spánku u pedagogických pracovníků* [Diplomová práce]. Masarykova univerzita v Brně.
9. Balocchi, R., Cantini, F., Varanini, M., Raimondi, G., Legramante, J. M., & Macerata, A. (2006). Revisiting the potential of time-domain indexes in short-term HRV analysis. *Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering*, 51(4), 190–193. <https://doi.org/10.1515/BMT.2006.034>
10. Botek, M., Krejčí, J., & McKune, A. J. (2017). *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: Historie, současnost a perspektiva* (1. vyd.). Univerzita Palackého v Olomouci. <https://doi.org/10.5507/ftk.16.24452029>
11. Buršíková Brabcová, D., & Kohout, J. (2018). Psychometrické ověření české verze Škály vnímaného stresu. *E-psychologie*, 12(1), 37–52. <https://doi.org/10.29364/epsy.311>

12. Bustamante-Sánchez, Á., Tornero-Aguilera, J. F., Fernández-Elías, V. E., Hormeño-Holgado, A. J., Dalamitros, A. A., & Clemente-Suárez, V. J. (2020). Effect of Stress on Autonomic and Cardiovascular Systems in Military Population: A Systematic Review. *Cardiology Research and Practice*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/7986249>
13. Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
14. Castro Ribeiro, T., Sobregrau Sangrà, P., García Pagès, E., Badiella, L., López-Barbeito, B., Aguiló, S., & Aguiló, J. (2023). Assessing effectiveness of heart rate variability biofeedback to mitigate mental health symptoms: A pilot study. *Frontiers in Physiology*, 14, 1147260. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1147260>
15. Cohen, S., & Janicki-Deverts, D. (2012). Who's Stressed? Distributions of Psychological Stress in the United States in Probability Samples from 1983, 2006, and 2009¹. *Journal of Applied Social Psychology*, 42(6), 1320–1334. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2012.00900.x>
16. Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A Global Measure of Perceived Stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385. <https://doi.org/10.2307/2136404>
17. Conkright, W. R., Beckner, M. E., Sinnott, A. M., Eagle, S. R., Martin, B. J., Lagoy, A. D., Proessl, F., Lovalekar, M., Doyle, T. L. A., Agostinelli, P., Sekel, N. M., Flanagan, S. D., Germain, A., Connaboy, C., & Nindl, B. C. (2021). Neuromuscular Performance and Hormonal Responses to Military Operational Stress in Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1296–1305. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004013>
18. Connor, K. M., & Davidson, J. R. T. (2003). Development of a new resilience scale: The Connor-Davidson Resilience Scale (CD-RISC). *Depression and Anxiety*, 18(2), 76–82. <https://doi.org/10.1002/da.10113>
19. Fu, Q., & Levine, B. D. (2013). Exercise and the autonomic nervous system. In *Handbook of Clinical Neurology* (Roč. 117, s. 147–160). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53491-0.00013-4>
20. Gilgen-Ammann, R., Schweizer, T., & Wyss, T. (2019). RR interval signal quality

- of a heart rate monitor and an ECG Holter at rest and during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), 1525–1532. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04142-5>
21. Greenfield, B. (2014). *Beyond training: Mastering endurance, health, and life*. Victory Belt Publishing, Inc.
 22. Hanumantha, S., Kamath, A., & Shastry, R. (2021). Diurnal Variation in Visual Simple Reaction Time between and within Genders in Young Adults: An Exploratory, Comparative, Pilot Study. *The Scientific World Journal*, 2021, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2021/6695532>
 23. Henning, P. C., Park, B.-S., & Kim, J.-S. (2011). Physiological Decrements During Sustained Military Operational Stress. *Military Medicine*, 176(9), 991–997. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-11-00053>
 24. Hinde, K., White, G., & Armstrong, N. (2021). Wearable Devices Suitable for Monitoring Twenty Four Hour Heart Rate Variability in Military Populations. *Sensors*, 21(4), 1061. <https://doi.org/10.3390/s21041061>
 25. Jan Novák. (2016). *Metody hodnocení kvality spánku: Pittsburský index kvality spánku a Manningův index*. Univerzita Karlova v Praze.
 26. Justin, J. M., Klatt, M., Quatman-Yates, C., Emerson, A., Kronenberg, J., Orr, M., Caputo, J., Daniel, K., Duchemin, A.-M., Steinberg, B., & Hagen, J. A. (2023). *Heart Rate Variability and Respiration Rates during a Mindfulness Based Intervention for Health Care Professionals: Mindfulness in Motion* [Preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3314040/v1>
 27. Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of sport and exercise* (Eighth edition). Human Kinetic.
 28. Kleiger, R. E., Stein, P. K., Bosner, M. S., & Rottman, J. N. (1992). Time domain measurements of heart rate variability. *Cardiology Clinics*, 10(3), 487–498.
 29. LaGoy, A. D., Sinnott, A. M., Eagle, S. R., Beckner, M. E., Conkright, W. R., Proessel, F., Williams, J., Dretsch, M. N., Flanagan, S. D., Nindl, B. C., Lovalekar, M., Germain, A., Ferrarelli, F., & Connaboy, C. (2022). Combined effects of time-of-day and simulated military operational stress on perception-action coupling performance. *Chronobiology International*, 39(11), 1485–1497. <https://doi.org/10.1080/07420528.2022.2125405>
 30. Li, K., Rüdiger, H., & Ziemssen, T. (2019). Spectral Analysis of Heart Rate Variability: Time Window Matters. *Frontiers in Neurology*, 10, 545.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00545>

31. Litvack, D. A., Oberlander, T. F., Carney, L. H., & Saul, J. P. (1995). Time and frequency domain methods for heart rate variability analysis: A methodological comparison. *Psychophysiology*, 32(5), 492–504. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb02101.x>
32. Malecek, J., Omcirk, D., Didek, Z., Michalicka, V., Sykora, K., Vagner, M., Privetivy, L., Trebicky, V., Vetrovsky, T., & Tufano, J. (2023). Test-retest reliability of two different laser-based protocols to assess handgun shooting accuracy in military personnel. *BMJ Military Health*, e002431. <https://doi.org/10.1136/military-2023-002431>
33. Merrigan, J. J., Stone, J. D., Thompson, A. G., Hornsby, W. G., & Hagen, J. A. (2020). Monitoring Neuromuscular Performance in Military Personnel. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 9147. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239147>
34. Ministerstvo obrany České republiky. (2015). *Dlouhodobý výhled pro obranu 2030* (1. vydání). Ministerstvo obrany České republiky - VHÚ Praha.
35. Ministerstvo obrany České republiky. (2019). *Koncepce výstavby Armády České republiky 2030* (1. vydání). Ministerstvo obrany České republiky - VHÚ Praha.
36. Ministerstvo obrany České republiky. (2021a, červen 1). *Tricet let od rozpuštění Varšavské smlouvy—I. Července 1991*. <https://www.vhu.cz/tricet-let-od-rozpusteni-varsavske-smlouvy/>
37. Ministerstvo obrany České republiky. (2021b, červen 19). *Strategie a cíle NATO*. <https://mocr.army.cz/nato/strategie-a-cile-nato-133/>
38. Ministerstvo obrany České republiky. (2022). *Vývoj SP rezortu MO v letech 1992—2022*. <https://mocr.army.cz/assets/dokumenty-a-legislativa/cisla/vyvoj-sp-rezortu-mo-v-letech--1992---2022.xls>
39. Ministerstvo obrany České republiky. (2023, duben 14). *Zahraniční mise: Irák*. <https://mise.army.cz/irak/default.htm>
40. Ministerstvo obrany České republiky. (2024a, leden 19). *Zahraniční mise: Litva*. <https://mise.army.cz/aktualni-mise/lit/litva-243307/>
41. Ministerstvo obrany České republiky. (2024b, leden 19). *Zahraniční mise: Lotyšsko*. <https://mise.army.cz/aktualni-mise/ll/default.htm>
42. Ministerstvo obrany České republiky. (2024c, leden 19). *Zahraniční mise: Slovensko*. <https://mise.army.cz/aktualni-mise/slovensko/slovensko--234572/>

43. Nindl, B. C., Billing, D. C., Drain, J. R., Beckner, M. E., Greeves, J., Groeller, H., Teien, H. K., Marcora, S., Moffitt, A., Reilly, T., Taylor, N. A. S., Young, A. J., & Friedl, K. E. (2018). Perspectives on resilience for military readiness and preparedness: Report of an international military physiology roundtable. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1116–1124. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.005>
44. Ohayon, M. M., Carskadon, M. A., Guilleminault, C., & Vitiello, M. V. (2004). Meta-Analysis of Quantitative Sleep Parameters From Childhood to Old Age in Healthy Individuals: Developing Normative Sleep Values Across the Human Lifespan. *Sleep*, 27(7), 1255–1273. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.7.1255>
45. Peabody, J. E., Ryznar, R., Ziesmann, M. T., & Gillman, L. (2023). A Systematic Review of Heart Rate Variability as a Measure of Stress in Medical Professionals. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.34345>
46. Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink* (1. vyd). Grada.
47. Prasad, S., Paliwal, A., & Razdan, R. G. (2020). A cross-sectional study of pain severity in patients suffering from different types of primary headache in the hospital setting. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 8(5), 1740. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20201920>
48. Přivětivý, L. (2004). *Vojenská tělovýchova* (1. vyd). Karolinum.
49. Pustka, M. (2023). *Vliv kontinuálního vojenského operačního stresu na vojensky zaměřený fyzický a kognitivní výkon* [Diplomová práce]. Univerzita Karlova v Praze.
50. Roušar, J. (2006). *The Czech Republic professional armed forces*. Ministry of Defence of the Czech Republic.
51. Sassi, R., Cerutti, S., Lombardi, F., Malik, M., Huikuri, H. V., Peng, C.-K., Schmidt, G., Yamamoto, Y., Document Reviewers:, Gorenek, B., Lip, G. Y. H., Grassi, G., Kudaiberdieva, G., Fisher, J. P., Zabel, M., & Macfadyen, R. (2015). Advances in heart rate variability signal analysis: Joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Europace*, 17(9), 1341–1353. <https://doi.org/10.1093/europace/euv015>
52. Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

53. Stephenson, M. D., Thompson, A. G., Merrigan, J. J., Stone, J. D., & Hagen, J. A. (2021). Applying Heart Rate Variability to Monitor Health and Performance in Tactical Personnel: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 8143. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158143>
54. Task force of the European Society of Cardiology. (1996). *Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use*. <https://www.escardio.org/static-file/Escardio/Guidelines/Scientific-Statements/guidelines-Heart-Rate-Variability-FT-1996.pdf>
55. Vojtěchovský, O. (2021, leden 11). *Parasympatikus vs sympatikus v HRV*. <https://ondrej-vojtechovsky.cz/ps-vs-s-v-hrv-rychla-reference/>
56. Vrijlkotte, S., Roelands, B., Meeusen, R., & Pattyn, N. (2016). Sustained Military Operations and Cognitive Performance. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 87(8), 718–727. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4468.2016>
57. Welltory. (2023, říjen 25). *RMSSD and other HRV metrics*. <https://welltory.com/rmssd-and-other-hrv-measurements/>
58. Yazici Sayin, Y., & Akyolcu, N. (2014). Comparison of Pain Scale Preferences and Pain Intensity According to Pain Scales among Turkish Patients: A Descriptive Study. *Pain Management Nursing*, 15(1), 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2012.08.005>

8 Seznam grafické dokumentace

Obrázky

Obrázek 1: Zatěžování bez dostatečné regenerace (Greenfield, 2014)	21
Obrázek 2: Využití superkompenzace (Greenfield, 2014)	22
Obrázek 3 Vliv parasympatického a sympatického nervového systému (Stephenson et al., 2021)	24
Obrázek 4: Křivka tepové frekvence (Vojtěchovský, 2021)	26
Obrázek 5: Upevnění sporttesteru (zdroj: Autor)	32
Obrázek 6: Zobrazení průběhu měření (zdroj: Autor)	33
Obrázek 7: Zobrazení průběhu jednoho měřícího dne (zdroj: Autor)	33
Obrázek 8: Pořadí jednotlivých cvičení v rámci TMT (zdroj: Autor)	34
Obrázek 9: Škála aktuálně vnímané bolesti (Aby, 2019)	37
Obrázek 10: Stejnokroj vz. 95 (zdroj: Autor)	37
Obrázek 11: Stejnokroj vz. 95 + přidaná zátěž 31 kg (zdroj: Autor)	37
Obrázek 12: Stejnokroj vz. 95 + přidaná zátěž 11 kg (zdroj: Autor)	37
Obrázek 13: Rychlost reakce (zdroj: Autor)	38
Obrázek 14: Podnět k reakci (zdroj: Autor)	38
Obrázek 15: Střelba z laserové pistole (zdroj: Autor)	39
Obrázek 16: Základní pozice pro CMJ (zdroj: Autor)	39
Obrázek 17: Tažení raněného (zdroj: Autor)	40
Obrázek 18: Člunkový běh se zátěží (zdroj: Autor)	40
Obrázek 19: Člunkový běh bez zátěže (zdroj: Autor)	40
Obrázek 20: Pěší přesun se zátěží (zdroj: Autor)	41
Obrázek 21: Přenášení zátěže (zdroj: Autor)	41

Grafy

Graf 1: Grafický průběh RMSSD (zdroj: Autor)	43
Graf 2: Srovnání baseline se závěrečným měření RMSSD a jeho procentuální změna (zdroj: Autor)	43
Graf 3: Procentuální změna hodnot RMSSD skupin oproti její průměrné hodnotě (zdroj: Autor)	44
Graf 4: Grafický průběh LF/HF	45

Graf 5: Srovnání baseline se závěrečným měření LF/HF a jeho procentuální změna (zdroj: Autor).....	46
Graf 6: Procentuální změna hodnot LF/HF skupin oproti její průměrné hodnotě (zdroj: Autor).....	46
Graf 7: Grafický průběh pNN50 (zdroj: Autor).....	48
Graf 8: Srovnání baseline se závěrečným měření pNN50 a jeho procentuální změna (zdroj: Autor)	48
Graf 9: Procentuální změna hodnot pNN50 skupin oproti její průměrné hodnotě (zdroj: Autor).....	49
Graf 10: Skóre probandů v Pittsburském spánkovém dotazníku (zdroj: Autor)	49
Graf 11: Skóre probandů ve Škále vnímaného stresu (zdroj: Autor)	50
Graf 12: Skóre probandů v Orientačním dotazníku resilience (zdroj: Autor)	51
Graf 13: Hodnoty aktuálně vnímané bolesti (zdroj: Autor).....	51
Graf 14: Grafický přehled spánku (zdroj: Autor)	52

Tabulky

Tabulka 1: Výsledná data RMSSD (zdroj: Autor).....	42
Tabulka 2: Výsledná data LF/HF (zdroj: Autor)	45
Tabulka 3: Výsledná data pNN50 (zdroj: Autor)	47
Tabulka 4: Počet naspaných hodin mezi jednotlivými dny (zdroj: Autor).....	52

9 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise

Příloha č. 2 – Informovaný souhlas

Příloha č. 3 – Dotazník PSQI (Balášová, 2013)

Příloha č. 4 – Dotazník PSS10 (Buršíková Brabcová & Kohout, 2018)

Příloha č. 5 – Dotazník CD RISC (Connor & Davidson, 2003)

10 Přílohy

Příloha č. 1

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vliv kontinuálního vojenského operačního stresu na specifické taktické pohybové a kognitivní dovednosti vojáků

Forma projektu: výzkumná práce

Období realizace: březen 2023 – prosinec 2023

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Předkladatel: Bc. Martin Pustka, UK FTVS, Katedra vojenské tělovýchovy

Hlavní řešitel: Bc. Martin Pustka, UK FTVS, Katedra vojenské tělovýchovy

Spoluřešitel: Bc. Jan Velda

Místo výzkumu (pracoviště): FTVS posilovna a atletický tunel, José Martího 269/31, 162 52 – Praha 6 – Veleslavín

Vedoucí práce: Mgr. Jan Maleček

Popis projektu: Cílem tohoto projektu je zjistit vliv kontinuálního vojenského operačního stresu (SMOS) na výkon u specifických vojenských pohybových a kognitivních dovedností (TMT) a jeho vývoj v průběhu celého měření. Účastníci podstoupí tři totožná měření ve třech po sobě jdoucích dnech. Jedno měření se skládá z šesti částí. Před samotným výzkumem se probandí zúčastní testu VO2Max na běžecském trenažeru a vyplní dotazník zjišťující jejich psychickou odolnost.

Charakteristika účastníků výzkumu: Výzkumu se bude účastnit 6-12 studentů-mužů z Vojenského oboru s platnou lékařskou prohlídkou bez zdravotního omezení. Věk účastníků se bude pohybovat od 19 do 30 let. Výzkumu se nezúčastní osoby s akutním zejména s infekčním onemocněním, úrazem, s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu nebo v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Pouze vedoucí práce, který je jejich spolužákem, bude probandy oslovovat. Všem studentům Vojenského oboru bude projekt ve stručnosti představen. Dále budou studenti dotázáni na dobrovolnou účast tohoto výzkumu a explicitně jim bude vysvětleno, že mohou kdykoli z výzkumu odstoupit bez udání důvodu. V případě zájmu bude řešitel konzultovat s potencionálními probandy podrobnější detaily výzkumu a nechá je zvážít, zda se výzkumu opravdu chtějí účastnit. Do procesu oslovování a rozhodování se o výzkumu nebudou žádným způsobem zasahovat vyučující a nadřízení potenciálních účastníků.

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu. Vzhledem k disciplinám zátěžového protokolu je určité riziko pádu, odřenin, nebo natažení svalů. Prevence bude zajištěna adekvátním sportovním oblečením a důkladným rozcvičením před výkonem. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost a dozor při testování bude zajištěna kvalifikovanými vědeckými pracovníky se zkušenostmi s měřicími přístroji i s měřením daných testů. Během výzkumu budou také přítomni vždy minimálně dva vojáci s úspěšně absolvovaným vojenským kurzem první pomoci. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Případné zdravotní potíže budou řešeny ZS 155.

Etické aspekty výzkumu: Výzkum zahrnuje skupinu zletilých osob.

Potenciální střet zájmů: Nejsem v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k organizaci, kde je výzkum prováděn. Jsem zaměstnanec AČR, jsem spolužákem potenciálních účastníků, nejsem jejich nadřízeným. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit důvěryhodnost a integritu tohoto výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – O zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – jméno, věk, výška, váha, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány heslem na zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Budou k nim mít přístup pouze řešitel a školitel.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracována, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, v monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zahaslovaném počítači řešitele a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob anonymizovány a neanonymizované fotografie smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

Požizování videí účastníků: V rámci výzkumu bude pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.

Požizování audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS):

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 9. 3. 2022

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 244/2022

dne: 9. 3. 2022

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
razítka UK FTVS
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6
- 20 -

.....
Heller v. z.
podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 244/2022

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem Vliv kontinuálního vojenského operačního stresu na specifické pohybové a kognitivní dovednosti vojáků prováděné ve FTVS posilovně a v atletickém tunelu FTVS.

• Projekt bude probíhat v období: březen 2023 - prosinec 2023
Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

- Projekt není financován.
- Cílem výzkumného projektu je Cílem tohoto projektu bude zjistit vliv kontinuálního vojenského operačního stresu (SMOS) na výkon u specifických vojenských pohybových a kognitivních dovedností (TMT) a jeho vývoj v průběhu celého měření
- Budete se účastnit následujícího měření:

PRETEST

- 1 týden před SMOS měřením – VO2Max test a vyplnění dotazníku

SMOS (sustained military operational stress):

- Měření bude probíhat každý den v dopoledních hodinách. V průběhu měření a tři dny před probandí nebudou vykonávat žádnou intenzivnější pohybovou aktivitu (kromě samotného měření) a nebudou pít alkohol ani užívat jiné omamné látky.

-1. Den

pochod se zátěží -> TMT (1 h) -> pochod se zátěží -> TMT (1 h) ->
pochod se zátěží -> TMT (1 h)

- měření během 2. a 3. dne bude totožné, jako u prvního.

STANDARDIZACE JEDNOTLIVÝCH TESTŮ

- během všech testů budete mít na sobě maskáče vzor 95 a sportovní obuv. Výjimkou je test VO2Max, kdy budete mít sportovní oděv a sportovní obuv.

TESTY

VO2Max test:

- testování proběhne na běžeckém trenažeru pomocí přístroje METAMAX 3b CORTEX
- zátěžové parametry budou nastaveny podle standardizovaného protokolu BRUCE PROTOCOL

Dotazník CD-RISC SCORE:

- vyplnění dotazníku zaměřeného na psychickou odolnost
- 25 otázek, neomezený čas
- odpovíte na každou otázku pomocí škály 0-4 (vůbec-skoro vždy platí) na základě toho, jak jste se cítil poslední měsíc

Testová baterie TMT (tactical mobility testing):

*Pauza mezi jednotlivými testy bude maximálně 10 min.

1. Rychlost reakce:

- na pc
- cca 6minutový test rychlosti reakce
- musíte co nejrychleji stisknout klávesu na pc, v případě, že se na obrazovce objeví „x“
- 4 bloky po 50 pokusech
- intervaly mezi jednotlivými zobrazeními „x“ jsou 250 až 2500 ms

2. Střelba z laserové pistole:

- střelba z pistole LASRX na terč
- vzdálenost 10 m
- 2x10 střel do 60s ze statické polohy ve stoje

3. Counter movement jumps:

- na siloměřových deskách HAWKINDYNAMICS
- začínáte ve stoji mírně rozkročeném, ruce v bok a na povel měřícího provedete dřep s následným vertikálním výskokem s maximálním úsilím
- celkem 3 skoky s 15s intervalem mezi jednotlivými skoky

4. Tažení raněného:

- taháte po 15m vyznačeném úseku cca 120kg figurínu (alternativa - zátěžové tréninkové sáně) maximálně možným úsilím
- zahájení na povel měřícího

5. 300 m shuttle:

- 10x30 m člunkový běh ve vyznačeném prostoru (proband se vždy dotkne rukou vyznačené linie)
- každý absolvuje dvě měření – bez zátěže a 3 min poté se zátěžovou vestou 16 kg
- zahájení na povel měřícího

6. Water can carry:

- ponese 20kg kanystry plné vody (nebo alternativu – kettlebely) v každé ruce a máte na sobě 12kg externí zátěž (balistická vesta, gumová náhražka samopalů a vojenská přilba)
- pohybujete se po 30m dráze tam a zpět po dobu 2 minut s maximálním možným úsilím
- zahájení a ukončení na povel měřícího

7. Pochod se zátěží:

- 40 minut chůze na běžeckém trenažeru
- sklon 0%, rychlost 3,5 km/h
- 20kg zátěž (balistická vesta, batoh, gumová náhražka samopalů, přilba)

- Časová náročnost projektu:
 - 1 h test VO2Max a dotazník
 - 6 h SMOS (Tři dny po sobě. Celkem tedy 18 h)

- Jedná se o neinvazivní metodu. Vzhledem k disciplínám zátěžového protokolu je určité riziko pádu, odřenin, nebo natažení svalů. Prevence bude zajištěna adekvátním sportovním oblečením a důkladným rozcvičením před výkonem. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost a dozor při testování bude zajištěna kvalifikovanými pracovníky. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Případné zdravotní potíže budou řešeny ZS 155.
- Výzkumu se nezúčastní osoby s akutním zejména s infekčním onemocněním, úrazem, s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu nebo v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Účastníci výzkumu musí mít platnou lékařskou prohlídku.
- **Z testu můžete kdykoliv odstoupit bez udání důvodu.**
- Přínosem tohoto výzkumu pro Vás bude zjištění vaší aktuální VO2Max podle standardizovaného testu a úroveň vašich specifických vojenských pohybových a kognitivních dovedností během kontinuálního vojenského operačního stresu. Dalším přínosem pro Vás bude zkušenost s aktivní účastí na vědeckém projektu.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému UK nebo na e-mailové adrese: pustka.martin99@seznam.cz

- Vaše účast v projektu bude dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.
- Data budou shromažďována a zpracována v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – O zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – jméno, věk, výška, váha, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány heslem na zajištěném počítači v uzamčeném prostoru. Budou k nim mít přístup pouze řešitel a školitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracována, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, v monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.
- Pořizování **fotografií** účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zaheslovaném počítači řešitele a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob anonymizovány a neanonymizované fotografie smazány. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.
- Pořizování **videí** účastníků: V rámci výzkumu bude pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.
- Pořizování audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky.
- V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení hlavního předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Martin Pustka

Jméno a příjmení spoluřešitel: Bc. Jan Velda

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Martin Pustka Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Příloha č. 3

Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) dotazník

Instrukce: Následující otázky se týkají Vašich zvyklostí, týkajících se spánku pouze za poslední měsíc. Vaše odpovědi by tedy měly odrážet co nejpřesněji situaci za většinu dní a nocí v uplynulém měsíci.

Během uplynulého měsíce...

1. V kolik hodin jste obvykle uleh/a do postele? _____
2. Kolik minut Vám obvykle trvalo, než jste usnul/a? _____
3. V kolik hodin jste obvykle vstával/a? _____
4. Kolik hodin jste v noci skutečně prospal/a? (Toto číslo může být odlišné od toho, kolik hodin jste strávil/a v posteli) _____

U otázek 5 - 9 prosím křížkem označte odpovědi, které Vás nejlépe vystihují:

Příklad: Pokud se mi minulý měsíc dvakrát za týden stalo, že se mi nepodařilo během 30 minut usnout a nestalo se mi, že bych se probudil/a uprostřed noci nebo velmi brzo ráno, odpovědi u otázky 5 a) a 5 b) budou následující:

5. Jak často jste měl/a problém spát během uplynulého měsíce protože...	Nestalo se mi během uplynulého měsíce	Méně než jednou za týden	Jednou nebo dvakrát za týden	Tříkrát nebo vícekrát za týden
a) Během 30 minut se mi nepodařilo usnout			X	
b) Probudil/a jsem se uprostřed noci nebo velmi brzo ráno	X			

Nyní prosím přejděte k vlastním odpovědím:

5. Jak často jste měl/a problém spát během uplynulého měsíce protože...	Nestalo se mi během uplynulého měsíce	Méně než jednou za týden	Jednou nebo dvakrát za týden	Tříkrát nebo vícekrát za týden
a) Během 30 minut se mi nepodařilo usnout				
b) Probudil/a jsem se uprostřed noci nebo velmi brzo ráno				
c) Musel/a jsem vstát a použít toaletu				
d) Špatně se mi dýchalo				

e) <i>Kašlal/a jsem nebo chrápal/a příliš nahlas</i>				
f) <i>Byla mi zima</i>				
g) <i>Bylo mi horko</i>				
h) <i>Měl/a jsem špatné sny</i>				
i) <i>Něco mě bolelo</i>				
j) <i>Jiné důvody</i>				
Zde prosím vyplňte, o jaké důvody se jednalo:				
	<i>Nestalo se mi během uplynulého měsíce</i>	<i>Méně než jednou za týden</i>	<i>Jednou nebo dvakrát za týden</i>	<i>Tříkrát nebo vícekrát za týden</i>
6. Kolikrát jste si během uplynulého měsíce musel/a vzít nějaký medikament na podporu spánku?				
7. Jak často jste během posledního měsíce měl/a problém zůstat vzhůru během řízení auta, stravování se nebo komunikace s okolím?				
8. Jak velký problém byl pro Vás během uplynulého měsíce udržet si elán při vykonávání různých věcí?				
	<i>Velmi dobrý</i>	<i>Celkem dobrý</i>	<i>Celkem špatný</i>	<i>Velmi špatný</i>
9. Jak byste celkově ohodnotil/a kvalitu Vašeho spánku během uplynulého měsíce?				

Příloha: Česká verze Škály vnímaného stresu

Otázky v této škále jsou zaměřeny na to, jak jste se cítil a jak jste uvažoval **během posledního měsíce**. Označte zakroužkováním pouze jednu odpověď vystihující, jak často jste se cítil/a nebo uvažoval/a popsáním způsobem.

Jméno a příjmení:

Dnešní datum:

Pohlaví: muž žena

Věk:

0=nikdy 1=téměř nikdy 2=někdy 3 = docela často 4= velmi často

1. Jak často jste byl v posledním měsíci rozrušený kvůli něčemu, co se stalo nečekaně?
0 1 2 3 4
2. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že nemáte pod kontrolou důležité věci ve Vašem životě?
0 1 2 3 4
3. Jak často jste se cítil v posledním měsíci nervózní a “vystresovaný“?
0 1 2 3 4
4. Jak často jste si v posledním měsíci věřil v tom, že jste schopen zvládat své osobní problémy?
0 1 2 3 4
5. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že věci jdou tak, jak byste si představoval?
0 1 2 3 4
6. Jak často jste v posledním měsíci pocítoval, že se nemůžete vypořádat se vším, co byste měl zařídit?
0 1 2 3 4
7. Jak často jste byl v posledním měsíci schopen mít pod kontrolou věci, které Vás iritují?
0 1 2 3 4
8. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že jste nad věcí?
0 1 2 3 4
9. Jak často jste se v posledním měsíci rozhněval kvůli věcem, které byly mimo Vaši kontrolu?
0 1 2 3 4
10. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že se potíže hromadí natolik, že je nejste schopen překonat?
0 1 2 3 4

Příloha č. 5

Orientační dotazník resilience

- volný překlad do češtiny z Connor-Davidson Resilience Scale

Pozor! Test vyplňujte podle toho, jak jste se cítili za poslední měsíc.

0 – vůbec, 1 – zřídka kdy platí, 2 – někdy platí, 3 – často platí, 4 – skoro vždy platí

1. Jsem schopný dobře reagovat na změny.	0	1	2	3	4
2. Mám blízké a bezpečné vztahy s ostatními.	0	1	2	3	4
3. Mám pocit, že mi někdy pomáhá osud, nebo bůh.	0	1	2	3	4
4. Jsem schopný vypořádat se s čímkoliv co přijde.	0	1	2	3	4
5. Úspěchy z minulosti mi dávají sebevědomí do dalších výzev.	0	1	2	3	4
6. Na většinu věcí se dívám z té lepší stránky.	0	1	2	3	4
7. Zvládání stresu mě posiluje.	0	1	2	3	4
8. Po nemoci nebo jiných těžkostech mám tendenci rychle se vrátit zpátky do formy.	0	1	2	3	4
9. Všechny věci se dějí z nějakého důvodu.	0	1	2	3	4
10. Snažím se vždy dělat maximum.	0	1	2	3	4
11. Dosahuji svých cílů.	0	1	2	3	4
12. I když věci vypadají beznadějně, nikdy to nevzdávám.	0	1	2	3	4
13. Víím, kam se mám obrátit pro pomoc, když ji potřebuji.	0	1	2	3	4
14. Pod tlakem se plně soustředím a zachovávám chladnou hlavu.	0	1	2	3	4
15. Při řešení problému většinou přebírám vedoucí pozici.	0	1	2	3	4
16. Nenechám se odradit neúspěchem.	0	1	2	3	4

17. Přemýšlím o sobě jako o silném člověku.	0	1	2	3	4
18. Když je to nutné, dokáži udělat těžká a nepopulární rozhodnutí.	0	1	2	3	4
19. Dokážu zvládnout nepříjemné pocity.	0	1	2	3	4
20. Někdy jednám na základě intuice a předtuch.	0	1	2	3	4
21. V tom, co dělám cítím silný smysl.	0	1	2	3	4
22. Mám kontrolu nad svým životem.	0	1	2	3	4
23. Mám rád(a) výzvy.	0	1	2	3	4
24. Tvrdě pracuji, abych dosáhl(a) svých cílů.	0	1	2	3	4
25. Cítím hrdost na své úspěchy.	0	1	2	3	4

Přeloženo z Connor, K. M., & Davidson, J. R. T. (2003). Development of a new resilience scale: The Connor-Davidson Resilience Scale (CD-RISC). *Depression and Anxiety, 18*(2), 76–82. <https://doi.org/10.1002/da.10113>